

Der Aufbau des Auges von Gartenschläfer
(*Eliomys quercinus* Linnaeus)
und Siebenschläfer (*Glis glis* Linnaeus)

Kyong-Ki Paik



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555227_0031

Der Aufbau des Auges
von Gartenschläfer (*Eliomys quercinus* Linnaeus)
und Siebenschläfer (*Glis glis* Linnaeus)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München



Vorgelegt von
Kyong-Ki Paik
aus
Taegu , Korea
Juni 1958

Berichterstatter: 1. Prof.Dr.H.Kahmann
2. Prof.Dr.H.Autrum

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Jan. 1959

Inhaltsverzeichnis
=====

	Seite
Einleitung	2
Untersuchungsmaterial und Technik	3
Körper- und Augengröße	4
Die Hornhaut (Cornea)	9
Die Lederhaut (Sklera)	14
Die Aderhaut (Chorioidea)	15
Der Ziliarkörper (Corpus ciliare)	18
Die Regenbogenhaut (Iris)	22
Das Ziliarbändchen (Zonula ciliaris)	26
Der Glaskörper (Corpus vitreum)	27
Die Linse (Lens crystallina)	30
Die Netzhaut (Retina)	34
1. Allgemeine Übersicht	34
2. Die Elemente der Retina	36
3. Die Dicke der Retina	43
a) Schichtdicken im Bereich der Augennachse	43
b) Schichtdicken entlang der Retina	48
4. Kernzählungen	53
a) Kernzählungen im Bereich der Augennachse	53
b) Kernzählungen im Verlauf der Retina	56
c) Kernzählungen der gesamten Retina	60
d) Verhältnisse der Kernzahlen	65
Besprechung und Ergebnisse	67
Zusammenfassung	70
Literaturverzeichnis	71

Einleitung

=====

Die Untersuchungstiere (*Glis glis* und *Eliomys quercinus*) gehören zu den ständig im Walde lebenden, kleinen Säugetieren. Sie sind Nagetiere, ihr Leben spielt sich in der Dämmerung und Dunkelheit ab.

Ihre Augäpfel sind der Kugelform nahe und sie scheinen bei äußerer Betrachtung sehr dunkel.

Angaben über die Augen der Nagetiere machten bisher zahlreiche Untersucher: Baurmann (1923), Döll (1952), Hesse (1904), Franz (1913), Kahmann (1930, 1931), Kolmer (1927, 1929, 1930), Menner (1927, 1950), Schwarz (1935) u.a., aber Hinweise über die des Sieben- und Gartenschläfers sind aus der Literatur noch nicht bekannt, außer den Beiträgen von Kahmann (1930) über die Linse, die Zonula ciliaris, Refraktion und Abkommodation des Siebenschläfers und anderer Säugetiere, sowie den Angaben von Kolmer über Choriocapillaris und Retina des Siebenschläfers.

Als Ergänzung zu den histologischen Untersuchungen über die Augen anderer Nagetiere wird sich diese Arbeit ausschließlich mit den Augen von *Glis glis* und *Eliomys quercinus* beschäftigen; so werden uns durch Vergleich nicht nur die Verwandtschaftsverhältnisse des Sieben- und Gartenschläfers zu den übrigen Nagetieren besser bekannt, sondern es soll durch die nachstehenden Untersuchungen auch festgestellt werden, wie solche Augen beschaffen sind und wie sich in ihrem Bau die vorwiegend nächtliche Lebensweise widerspiegelt.

Untersuchungsmaterial und Technik

=====

Das Material besteht aus folgenden Tieren:

Siebenschläfer		KR	S
(Glis glis)	6 Tiere:	154 - 176	106 - 139
Gartenschläfer			
(Eliomys quercinus)	8 Tiere:	112 - 139	85 - 115

(KR: Kopf-Rumpflänge, S: Schwanzlänge; Angaben in mm)

Die Tiere wurden mit Chloroform getötet, die Augen möglichst schnell herauspräpariert, die enukleierten Augäpfel uneröffnet 24 Stunden in die Fixierungsflüssigkeiten eingelegt und erst nach der Entwässerung je nach Bedarf an einer Seite eine Kalotte abgeschnitten. So erreicht man, daß der Augapfel seine Form wohl konserviert.

Die Fixierungen wurden mit den Fixierungsflüssigkeiten von Susa und Kolmer und mit der Silbermethode nach Uyama für die feineren Untersuchungen an der Retina behandelt und zur Übersicht des ganzen Augapfels mit der von Bouin und Susa. Zur Einbettung der Objekte verwandte ich nicht nur die bei Augenuntersuchungen gebräuchliche Celloidin-Paraffinmethode nach Apathy, sondern auch die reine Paraffinmethode. Die Celloidin-Paraffinmethode bewährte sich, da der Augapfel mitsamt der härteren Linse geschnitten werden konnte.

Hier soll nur bemerkt werden, daß ich beim Schneiden das Objekt mit einer dünnen Schicht heißen Paraffins überzogen habe. So konnte ich eine gute Schnittfläche erreichen. Die Schnittdicke betrug 3 - 7 μ für die feineren Untersuchungen an der Retina, und zur Übersicht über den ganzen Augapfel 10 - 23 μ . Die Färbungen der Objekte wurden mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, Azanfärbung, Metylenblau und Molybdänhämatoxylin durchgeführt.

Die Messungen an den Schnitten und die Auszählung der Kerne erfolgten mit dem Mikroskop, dem Mikroprojektor

und der Stativlupe mitsamt dem Mikromesser und dem Mikronetzmesser. Für die Flächen- und Umfangmessungen von Augapfel, Cornea, Retina und Linse habe ich Planimeter und Kurvenmesser verwendet.

Körper- und Augengröße =====

Der Augapfel des Garten- und Siebenschläfers besteht aus dem Inhalt (Linse und Glaskörper) und dessen Hülle (Hornhaut, Lederhaut, Aderhaut, Ziliarkörper, Regenbogenhaut und Netzhaut). Seine Form ist ungefähr kugelig, wie aus den Abb.1 und 2 zu erkennen ist.

Angaben über die Maße des Augapfels von Garten- und Siebenschläfer sind mir aus der Literatur nicht bekannt außer daß Kahmann (1931) die Augenachse des Siebenschläfers mit 6,4 mm gemessen hat. Die Mittelwerte der Augendimensionen und der Körperlängen des Garten- und Siebenschläfers und ihre Längenverhältnisse sind in den Tabellen 1, 2 und 3 angegeben.

Tabelle 1: Größenunterschiede zwischen rechten und linken Augen. (Gemessen an unfixierten Augen)

Art (Anzahl)		A (mm)	nt (mm)	dv (mm)	$A+nt+dv/3$ (mm)	Uw (%)
Gartenschläfer (8)	r	6,36	6,55	6,55	6,49	1,0
	l	6,30	6,50	6,50	6,43	
Siebenschläfer (6)	r	7,37	7,46	7,46	7,43	0,8
	l	7,31	7,40	7,40	7,37	

r: Rechtes Auge, l: Linkes Auge
 A: Länge der Augenachse
 nt: Länge des nasal-temporalen Augendurchmessers
 dv: Länge des dorsal-ventralen Augendurchmessers
 $A+nt+dv/3$: Werte aus Achsen und Durchmessern ermittelt
 Uw: Unterschiedsfaktor zwischen rechtem und linkem Auge (%). $100 (1 - 6,43)/6,49 = Uw$

Die Größenunterschiede zwischen rechtem und linkem Auge erwiesen sich als gering, aber es ist bei den untersuchten Arten immer ohne Ausnahme das rechte Auge etwas größer als das linke (vgl. Tab.1). Beim Vergleich der rechten und linken Augen bemerkt Möller (1951) schon, daß sich das rechte Auge bei Urodelen durchschnittlich etwas größer als das linke erwies, und Döll (1952) gibt an, daß bei Mäusen die rechten Augenachsen um ca. 2 % größer als die linken ausfallen.

Tabelle 2: Augenachse und Körperlänge und ihre Größenverhältnisse. (Gemessen an unfixierten Augen)

Art (Anzahl)	Gl (mm)	KR (mm)	A (mm)	A/KR (%)	A/Gl (%)
Gartenschläfer(8)	213,8	127,8	6,33	5,15	2,82
Siebenschläfer(6)	286,3	160,0	7,34	4,59	2,56
Gl: Gesamtlänge (Kopf-Rumpflänge und Schwanz) KR: Kopf-Rumpflänge A: Länge der Augenachse (Mittelwert aus linkem und rechtem Auge) Mittlere quadratische Abweichung: KR: Gartenschläfer; 6,7 %, Siebenschläfer; 2,9 % A: Gartenschläfer; 1,1 %, Siebenschläfer; 1,1 %					

Die in der Tabelle 2 angegebenen Werte zeigen, daß der Gartenschläfer relativ größere Augen hat als der Siebenschläfer. Die Hallersche ratio inversa zwischen Augen- und Tiergröße zeigt nach Soemmering sich darin, daß z.B. die Wildkatze relativ größere Augen hat als der Luchs und dieser relativ größere als der Löwe (vgl. Franz 1934). Rensch (1948a) bemerkt auch bei Säugetieren: "Die Hallersche Regel der Abnahme der relativen Augengröße bei phylogenetischer Zunahme der Körpergröße wurde bestätigt." Die Prozentzahlen der Augenachse zur Kopf-Rumpflänge betragen bei echten Mäusen (Kopf-Rumpflänge: 60,3 - 101,2 mm) 4,15 - 5,55 %, bei Wühlmäusen (Kopf-Rumpflänge: 92,0 - 137,0 mm) 2,71 - 4,07 % (Döll 1952). Es erweist sich, daß die kleinen Arten, Sieben- und Gartenschläfer, deren Augenachse ca. 1/20 ihrer Kopf-Rumpflänge beträgt, relativ größere Augen haben als nach Pütter (1912) die größeren Wassersäugetiere, die Augendurchmesser von ca. 1/50 bis 1/200 ihrer Körperlänge besitzen.

Tabelle 3: Absolute Achsen- und Durchmesserlängen
und Schrumpfungswerte

Art (Anzahl)	unfixiert			fixiert			Schrumpfungswerte					
	A	nt	dv	A	nt	dv	A	nt	dv	m	F	
G (5)	6,33	6,47	6,40	5,40	5,58	5,58	15,0	13,7	13,7	14,1	1,17	
S (4)	7,34	7,34	7,43	6,45	6,60	6,60	12,2	11,2	11,2	11,5	1,14	
A: Länge der Augenachse (mm)												
nt: Länge des nasal-temporalen Augendurchmessers (mm)												
dv: Länge des dorsal-ventralen Augendurchmessers (mm)												
Schrumpfungswerte:												
100 (1 - f/u) %. f: fixiert u: unfixiert												
m: Schrumpfung aus den Achsen und Durchmessern ermittelt												
F: Schrumpfungsfaktor der Augenachse = u/f												
Mittlere quadratische Abweichung:												
Gartenschläfer (G): unfixiert fixiert												
A. 1,1 %, nt.u.dv. 1,1 %, A. 1,5 %, nt.u.dv. 2,1 %												
Siebenschläfer (S): 1,1 %, 1,2 % 1,5 % 1,2 %												

Wir können aus Tabelle 3 erkennen, welche Schrumpfung der objektiven Fixierung und Einbettung bedingen. Die in der Tabelle 3 angegebenen Werte wurden am unfixierten Auge und an Mittelschnitten des fixierten Auges gemessen.

Die Schrumpfungswerte wurden durch die Methode, die Döll (1952) gebrauchte, gefunden. Sie sind denen des Mausauges ähnlich (Schrumpfungswerte von 12,4 % bis 31,4 % und einen Schrumpfungsfaktor von 1,14 bis 1,46). Der Augapfel des Siebenschläfers ist absolut größer als der des Gartenschläfers. Die horizontalen und vertikalen Augendurchmesser sind einander gleich, jedoch ist die Augenachse kürzer als die beiden Durchmesser. Schon Franz (1934) bemerkt, daß Horizontal- und Vertikaldurchmesser bei vielen Säugetieraugen gleich lang gefunden wurden. Er erwähnt auch schon, daß die Achse oft die kürzeste Dimension sei. Der horizontale Umfang des Augapfels beträgt beim Siebenschläfer durchschnittlich 21,6 mm, beim Gartenschläfer 17,5 mm.

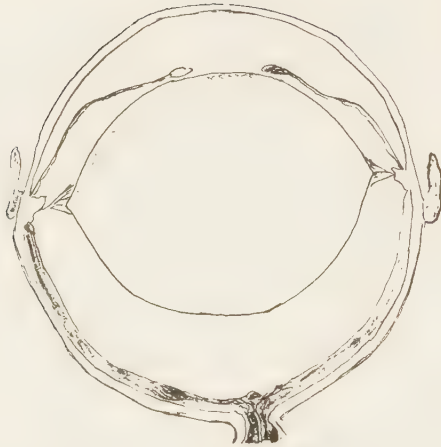


Abb. 1 *Glis glis*. Axialer Horizontalschnitt
durch das linke Auge. Vergr. 12 fach.
8



Abb. 2 *Eliomys quercinus*. Axialer Horizontalschnitt
durch das linke Auge. Vergr. 12 fach.
8

Art (Anzahl)	Auge A	Ant	dv	Cornea Ha	nt	dv	Kr (mm)	Wv (%)	Vn Ha : A
G (5)	5,40	5,58	5,58	v 2,09 h 1,95	5,17 4,93	5,17 4,93	2,645 2,534	81,0 79,5	1:2,58 1:2,76
S (4)	6,45	6,60	6,60	v 2,75 h 2,59	6,15 5,94	6,15 5,94	3,103 3,000	89,4 87,2	1:2,33 1:2,49
(Mittelwerte)									
A: Länge der Achse (mm)									
nt: Länge des nasal-temporalen Durchmessers (mm)									
dv: Länge des dorsal-ventralen Durchmessers (mm)									
Ha: Hornhautachse (mm)									
Kr: Krümmungsradius des Corneabogens									
Wv: Wölbungsgrad der Hornhaut im Verhältnis zu ihrem horizontalen Durchmesser; Ha. 100/nt									
Vn: Hornhautachse im Verhältnis zur Augenachse									
v: äußerer Corneabogen h: innerer Corneabogen									
Mittlere quadratische Abweichung (Cornea):									
Siebenschläfer: v; Ha: 3,4 % nt. u.d.v.: 2,0 % Kr.: 1,5 % (S) h; Ha: 2,8 % nt. u.d.v.: 1,3 % Kr.: 1,5 %									
Gartenschläfer: v; Ha: 2,2 % nt. u.d.v.: 1,5 % Kr.: 1,3 % (G) h; Ha: 2,4 % nt. u.d.v.: 1,4 % Kr.: 1,2 %									

Die Cornea des Siebenschläfers ist größer als die des Gartenschläfers und der äußere Hornhautbogen größer als der innere. Die Achse der Hornhaut ist beim Sieben- und Gartenschläfer kürzer als ihr Durchmesser, die der Hornhaut des Gartenschläfers im Verhältnis zum Durchmesser relativ kleiner als die der Hornhaut des Siebenschläfers. Die Achse des äußeren Hornhautbogens in Bezug auf ihren Durchmesser in beiden Fällen größer als die der inneren. Die äußere Krümmung ist also relativ stärker als die innere. Schon Döll beschrieb bei Mäusen Augen dieselben Verhältnisse (1952). Die Achse der Hornhaut im Verhältnis zur Augenachse ist beim Gartenschläfer relativ kleiner als beim Siebenschläfer (vgl. Tab. 4). Der Umfang der Corneakalotte beträgt durchschnittlich beim Gartenschläfer 7,5 mm (42,8 % des Augenumfangs) und beim Siebenschläfer 9,2 mm (43,5 % des Augenumfangs). Die Cornea ist am Scheitel dicker als am Übergang in die Sklera, wie folgendes Zahlenbeispiel zeigt:

Gartenschläfer:	am Scheitel	0,146 mm $\pm$ 0,005 mm
	am Übergang	0,122 mm $\pm$ 0,005 mm
Siebenschläfer:	am Scheitel	0,136 mm $\pm$ 0,031 mm
	am Übergang	0,107 mm $\pm$ 0,018 mm

Das Hornhautepithel ist in beiden Fällen ein geschichtetes Pflasterepithel und besteht aus 3 - 4 Zellenlagen. Die Zellen der tiefsten Schicht sind zylindrisch und hier findet man Kernteilungsfiguren in geringer Zahl. Dann folgen nach oben 1 - 2 Lagen polymorpher Zellen, die obersten Zellen sind abgeplattet. Die Epithel-Dicke verhält sich überall gleich und beträgt beim Siebenschläfer 24 μ , beim Gartenschläfer 26 μ . Unter dieser "Epidermis" liegt bei vielen Säugetieren eine Bowman'sche Membran, die ich jedoch nicht auffinden konnte. Die Hornhautgrundsubstanz, die Cornea propria, ist einheitlich und so dick, daß auf sie beim Gartenschläfer ungefähr 80 %, beim Siebenschläfer 77 % der Gesamtdicke

der Hornhaut entfällt. Sie besteht aus geraden, feinen Bindegewebsfasern, welche durch Kittsubstanz zu Bündeln vereint sind. Die Lamellen verlaufen parallel zur Corneaoberfläche. Bei den Präparaten, die mit Azan-Färbung nach Heidenhain gefärbt werden, sind die elastischen Fasern in der tieferen Schicht gut nachweisbar. Zwischen den Lamellen und Bündeln befinden sich Saftlücken und in diesen Stromazellen, die platt und sternförmig sind, sowie unregelmäßig gestaltete Kerne enthalten. Die zwischen der Hornhautgrundsubstanz und dem Endothel der Hornhaut liegende Descemetische Membran wird von Eisenhämatoxylin nach Heidenhain stärker als die Hornhautgrundsubstanz angefärbt. Ihre Dicke beträgt beim Siebenschläfer $5,2\mu$, beim Gartenschläfer 3μ .

Das Hornhautendothel, das die hintere Fläche der Cornea bekleidet und zugleich die vordere Begrenzung der Augenkammer darstellt, ist ein einschichtiges, plattes Epithel, das flache Kerne (beim Gartenschläfer $12 - 14\mu$ lang und $1 - 1,3\mu$ breit; beim Siebenschläfer $10 - 12\mu$ lang und $2 - 2,6\mu$ breit) enthält.

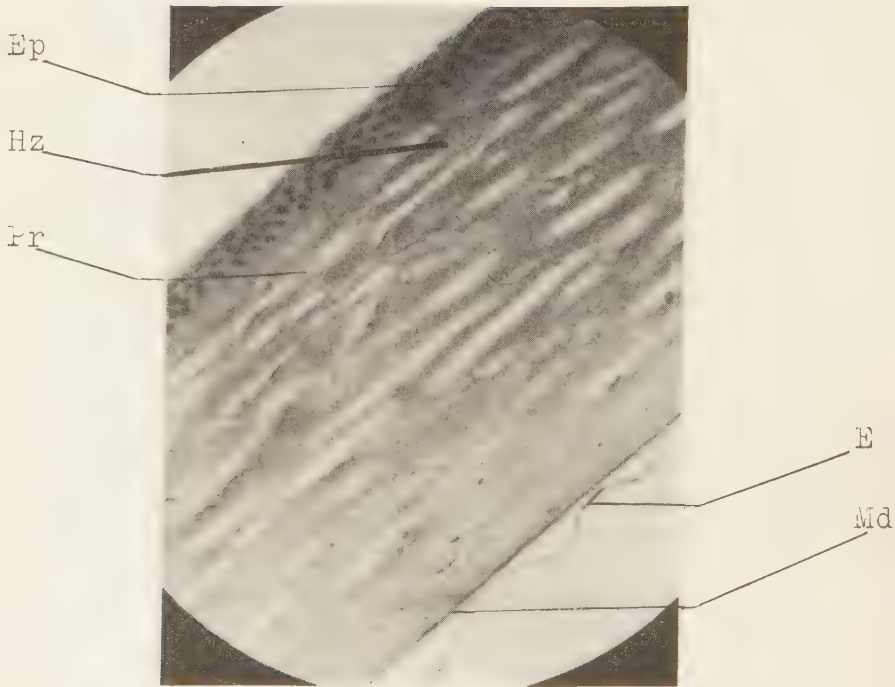


Abb. 3. Cornea. *Eliomys quercinus*.
Axialer Horizontalschnitt. E = Hornhaut-
endothel, Ep = Hornhautepithel, Hz = Horn-
hautzelle, Md = Membrana descemeti, Pr =
Cornea propria. Vergr. 460 fach.

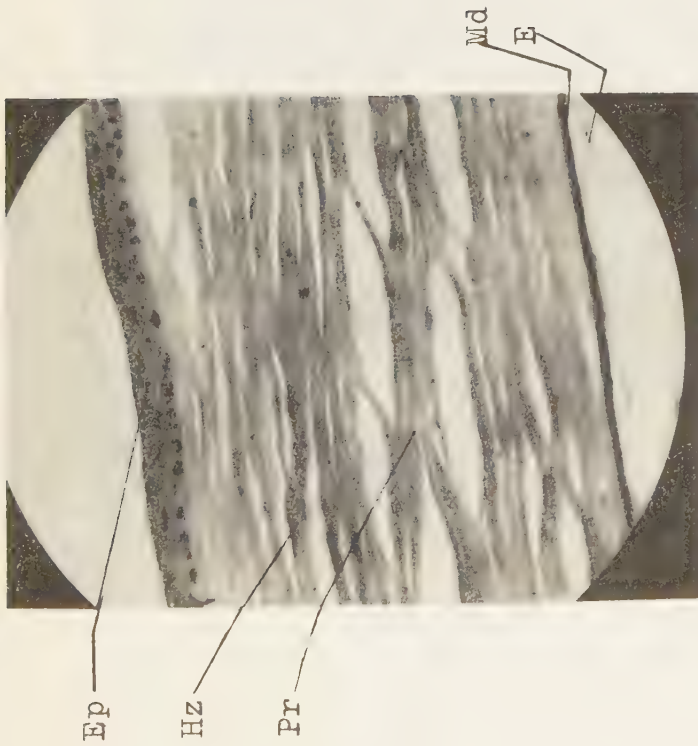


Abb. 4. Cornea. Glis glis. Axialer Horizontalschnitt. E = Hornhautendothel, Ep = Hornhautepithel, Hz = Hornhautzell, Md = Membrana descemeti, Pr = Cornea propria. Vergr. 460 fach.

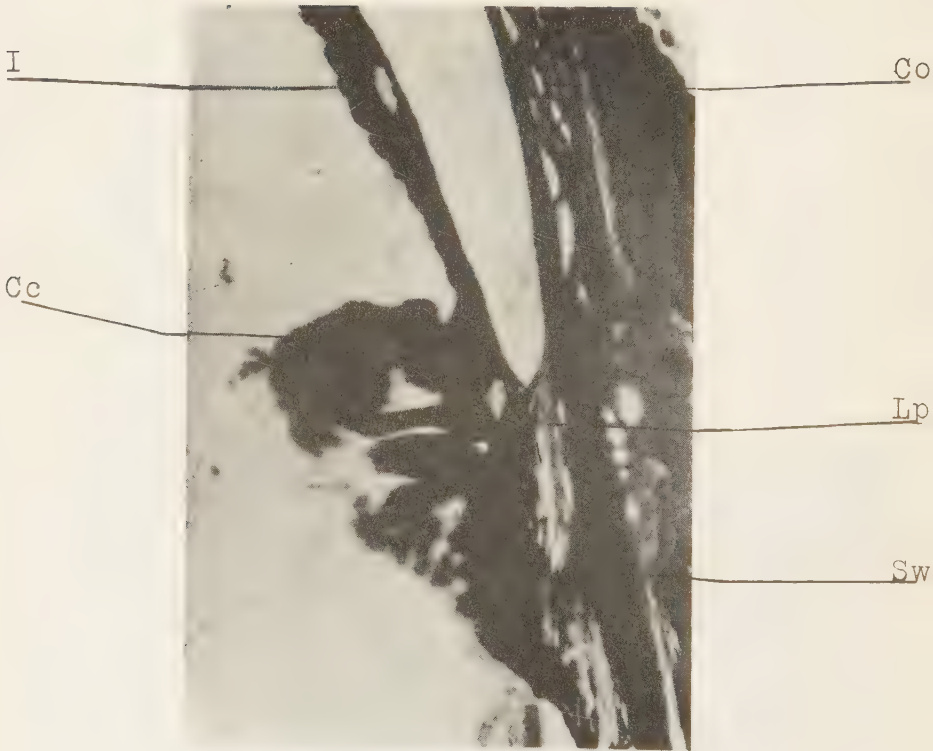


Abb. 5. Cornea-Iris-Winkel, (temporal).
Eliomys quercinus. Co = Cornea, I = Iris,
Lp = Ligamentum pectinatum iridis, Sw =
Sklerawulst, Cc = Corpus ciliare.
Vergr. 140 fach.



Abb. 6. Cornea-Iris-Winkel, (temporal).

Glis glis. Cc = Corpus ciliare, Co = Cornea,
 I = Iris, L = Linse, Ip " Ligamentum pectinatum
 iridis, Sw = Sklerawulst. Vergr. 125 fach.

Die Lederhaut (Sklera)

=====

Die Sklera nimmt den hinteren und größten Teil des Augapfels ein. Sie geht vorn kontinuierlich in die Cornea und hinten in die Duralscheide des Nervus opticus über. Ihr Umriss erscheint von vorn gesehen elliptisch, so daß ihre Achse kürzer als ihr Durchmesser ist. Die Achse der Sklera ist im Verhältnis zu ihrem Durchmesser beim Siebenschläfer relativ größer als beim Gartenschläfer. Der vordere, kleinere Teil der Sklera wird von der Bindehaut mit dem Epithel bedeckt. An der Eintrittsstelle des Opticus weist die Sklera ein rundliches Loch mit vielfach durchziehenden Bindegewebszügen auf, die die Lamina cribiformis sclerae bilden, durch deren Zwischenräume die Nervenfaserbündel des Opticus aus dem Bulbus austreten. Außer dieser größeren Durchbrechung der Lederhaut bestehen noch zahlreiche kleinere, durch welche Arterien und Venen ihren Weg nehmen. Die Sklera ist beim Garten- und Siebenschläfer hinten verdickt, während sie sich nach vorn allmählich verdünnt, um sich dann wieder zu verdicken. Sie endet schließlich an der Außengegend des Ziliarkörpers, so daß sie am dünnsten an der Ansatzstelle des Augenmuskels ist. Schon Franz (1934, S.1209) bemerkt: "Die häufige ziliare Verdickung der Sklera kann auch Sklerawulst genannt werden, obwohl "Sklerawulst" etwas anderes ist." Die Mittelwerte der Dickenmaße der Sklera gebe ich in der folgenden Tabelle 6 an:

Tabelle 6: Dicke der Sklera, von hinten nach vorn.

Art	DE (μ)	DA (μ)	DZ (μ)
Gartenschläfer (5)	102	47	84
Siebenschläfer (3)	55	25	52

DE: Dicke in der Nähe der Eintrittsstelle des Opticus

DA: Dicke an der Ansatz"fläche" der Augenmuskeln

DZ: Dicke in der Gegend des Ziliarkörpers

Die mittlere quadratische Abweichung:

Gartenschläfer: 4,6 %, Siebenschläfer: 4,2 %

Aus den in der oberen Tabelle angegebenen Werte können wir erkennen, daß die Lederhaut des Siebenschläfers dünner als die des Gartenschläfers ist. In beiden Fällen ist die Sklera dünner als die Cornea; es scheint also ähnlich wie bei anderen Säugetieren zu sein.

Die Faserbündel verlaufen sowohl in meridionaler als auch in latitudinaler Richtung. Zwischen den Bündeln befinden sich Saftlücken, die unregelmäßig geformte Zellen enthalten. Die Pigmentzellen, welche in der äußeren Skleralage nur in geringer Menge auftreten, nehmen zur Chorioidea hin an Menge zu.

Die Aderhaut (Chorioidea) =====

Die Chorioidea sieht frisch wegen des reichen Gehalts an Blutgefäßen und Pigmentzellen dunkelrotbraun aus. Die Chorioidea des Siebenschläfers ist noch stärker pigmentiert als die des Gartenschläfers. Sie beginnt an der Austrittsstelle des Opticus, eine runde Unterbrechung aufweisend, und setzt sich vorn an der Grundplatte des Ziliarkörpers fort, wie bei anderen Säugetieren. Ihre ebene Innenfläche berührt das Pigmentepithel, während die Außenfläche sich lose mit der Sklera verbindet. Ihre Dicke verhält sich überall ungefähr gleich und beträgt beim Siebenschläfer durchschnittlich 29μ , beim Gartenschläfer $38,5\mu$. Sie ist im Vergleich mit der Sklera dünner, während nach Schwarz (1935) die Chorioidea bei der Hausmaus dicker als diese ist, was auch Döll (1952) bei anderen Mäusen ohne Ausnahme bestätigte.

Um die feine Struktur der Chorioidea gut beobachten zu können, habe ich das Pigment mit unterchloriger Säure, nach Kapsch, entfernt.

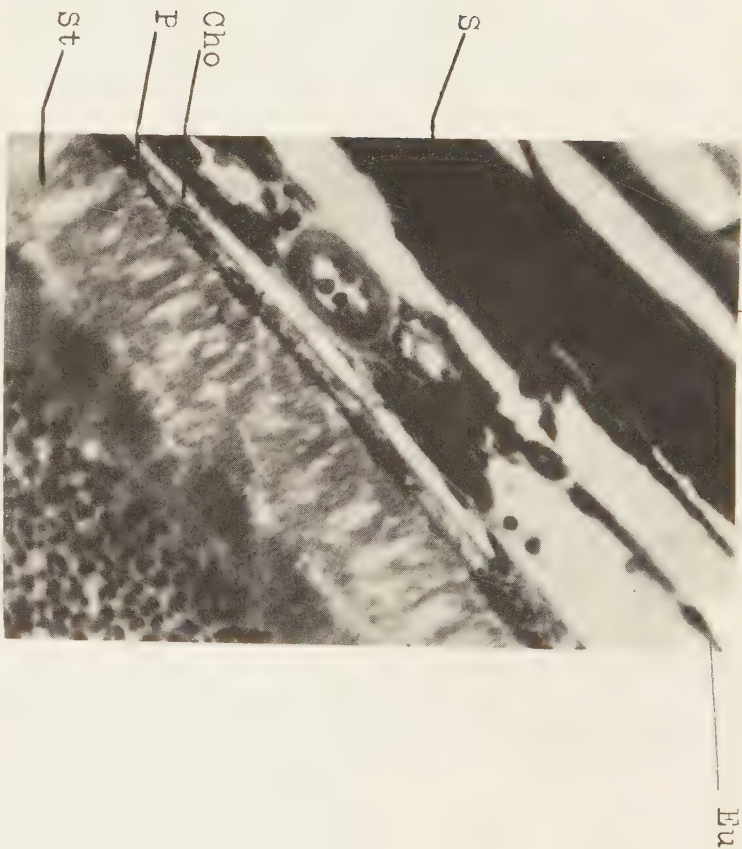


Abb. 7. *Eliomys quercinus*. A = Aderhaut, Cho = Chorion-
kapillaris, Eu = Eucherioidea, P = Pigmentzellenschicht,
S = Sklera, St = Stäbchenschicht. Vergr. 500 fach.

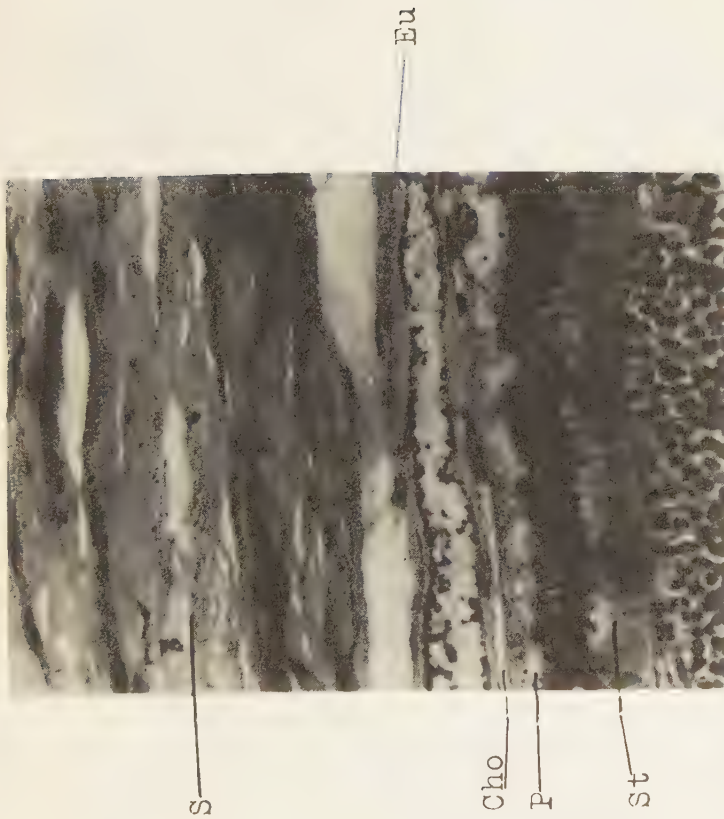


Abb. 8. Glis glis. A = Aderhaut, Cho = Choriokapillaris, Eu = Euchorioidea, P = Pigmentzellenschicht, S = Sklera, St = Stäbchenschicht. Vergr. 500 fach. Entpigmentiert.

Die Suprachorioidea besteht aus sehr dünnen, strukturlosen feinen Lamellen, die sich aus platten Zellen und Pigmentzellen aufbauen. Ihre Dicke beträgt beim Gartenschläfer ca. $2,5\mu$ und beim Siebenschläfer ca. $4,3\mu$. Zwischen der Suprachorioidea und der Sklera befindet sich ein Lymphraum. In der Euchorioidea, welche sich aus Netzen von feinen Fasern, Pigmentzellen mit Fortsätzen, Bindegewebslamellen und platten Zellen zusammensetzt, finden sich viele Gefäße.

Die Chorioidea des Gartenschläfers ist ärmer an Zwischen- gewebe als die des Siebenschläfers.

Die Choriokapillarschicht, sehr dünn, besteht aus einem dichten, flächenhaften Netzwerk von feinen Blutkapillaren. Ihre Dicke habe ich beim Gartenschläfer mit ca. $3 - 5\mu$ und beim Siebenschläfer mit ca. 2μ gemessen, während Kolmer (1929) bemerkt, daß dieselbe beim Sieben- und Baumschläfer nur $1/2\mu$ beträgt. Ich habe außerdem eine dünne Grenzschicht zwischen der Choriokapillarschicht und der Euchorioidea beobachtet. Jene ist ein subkapil- lares Zellhäutchen, das nach Murr (1925) nicht wie früher als Endothel (Lymphräume begrenzend), sondern, sicher richtiger, als Bindegewebe aufzufassen ist (vgl. Franz 1934).

Die Basalmembran liegt zwischen der Pigmentzellenschicht und der Choriokapillarschicht. Sie erscheint als eine homogene Haut, ähnlich einer elastischen Membran. Ein Tapetum lucidum konnte ich in der Chorioidea von Garten- und Siebenschläfer nicht finden.

Der Ziliarkörper (Corpus ciliare)

=====

Als Ziliarkörper bezeichne ich die Ziliarfalten mit der Grundplatte und dem Ligamentum pectinatum iridis, das sich zwischen Iriswurzel und Cornea erstreckt. Seine Gestalt erscheint auf einem axialen Querschnitt als Dreieck. Da der gefaltete Teil des Ziliarkörpers große Unregelmäßigkeiten und verschiedene Faltendichte aufweist, ist es mir nicht gelungen, die "Falten" genau zu zählen. Ihre Anzahl beträgt beim Gartenschläfer ungefähr 92 und beim Siebenschläfer 112.

Schon Kahmann (1930) erwähnt: "Bei kleinen Säugetieren kann man so gut wie gar nicht mehr von Falten der einen oder anderen Form sprechen. Es gibt vielfach nur noch niedrige Wülste und Buckel, oft ohne erkennbare Ordnung, die häufig ineinanderlaufen, so daß eine genaue Zählung unmöglich ist."

Die Mittelwerte der Dimensionen des Ziliarkörpers auf dem axialen Querschnitt gebe ich in der folgenden Tabelle 7 an.

Tabelle 7: Dimensionen des Ziliarkörpers

Art (Anzahl)	Lz (μ)	Dz (μ)	Dt (μ)	Dh (μ)
Gartenschläfer (5)	360	330	90	240
Siebenschläfer (3)	380	360	100	260
Lz: Länge des Ziliarkörpers				
Dz: Dicke des Ziliarkörpers				
Dt: Dicke des Ziliarkörpers von der Lederhaut bis in die Täler der Ziliarfalten				
Dh: Dicke vom Tal bis zum höchsten Punkte eines Firstes des Ziliarkörpers				
Die mittlere quadratische Abweichung:				
Lz: 7 %, Dz 9 %, Dt: 3 %, Dh: 8 % (Gartenschläfer)				
Lz: 7 %, Dz 8 %, Dt: 3,5%, Dh: 7 % (Siebenschläfer)				

Der Verlauf der Falten ist durchwegs ein ziemlich regelmäßiger und streng radiärer; ein Sims, den Kahmann (1930) bei der Ratte festgestellt hat, findet sich beim Garten- und Siebenschläfer deutlich und gut entwickelt (siehe Abb. 9, 11.).

Einen Orbiculus ciliaris gibt es beim Garten- und Siebenschläfer nicht, so daß die Netzhaut direkt bis an die Wurzeln der Ziliarfalten stößt. Die Ziliarfalten des Ziliarkörpers bestehen, histologisch gesehen, aus zwei epithelialen Zellschichten und einem lockeren Bindegewebe, das von vielen Blutgefäßen durchsetzt ist. Am Fuße der Falten befinden sich starke Bindegewebs- und Pigmentzellen. Der Ziliarkörper ist, außer dem Innenblatt der Epithelial-schicht, stark pigmentiert, so daß ich, um seine feinere Struktur genau beobachten zu können, das Pigment vollständig entfernt habe. Die Epithelialzellen des Innenblattes haben etwa die gleiche Höhe wie die des Außenblattes, während sie bei Mäusen (nach Schwarz) niedriger als die des Außenblattes sind. Ihre Kerne haben eine ovale Form und sind ziemlich groß. Zwischen den Epithelial-schichten und der bindegewebigen Grundschicht ist eine sehr dünne Faserlage vorhanden, die sich direkt aus der "Basalmembran" der Chorioidea fortsetzt. Den Ziliarmuskelzellen, die Schwarz (1935) bei der Hausmaus feststellte, konnte ich beim Garten- und Siebenschläfer nicht nachweisen. Über den Ziliarmuskel berichtet schon Kahmann: "Dem Siebenschläfer scheint ein Ziliarmuskel überhaupt zu fehlen." Jedenfalls ist sein Nachweis bisher nicht gelungen. Das Ligamentum pectinatum iridis, welches zwischen Hornhaut- und Irisrand unterhalb der tiefen Kammerbucht liegt, besteht aus einem Netzwerk von zahlreichen bindegewebigen Bälkchen. Darin findet man die langen Maschenräume, die man als Fontan'sche Räume bezeichnet hat. Die Balkennetze bilden die mediale Begrenzung zum Sinus venosus sclerae hin und gehen in der einen Richtung in den Cornearand

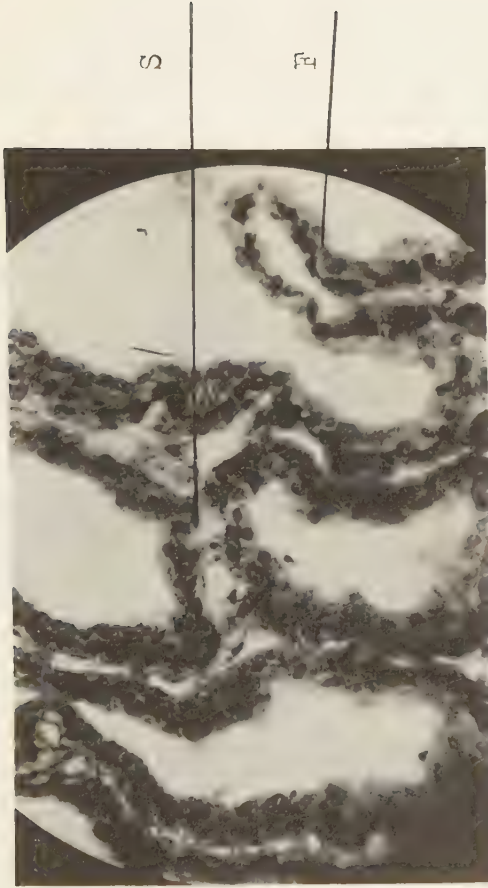


Abb. 5. *Elionys quercinus*. Corpus ciliare una sim. S = Sims, F = Ciliarfalten. Äquatorialer Querschnitt. Vergr. 300 fach. Fingertiert.



Abb. 10. *Eliomys quercinus*. F = Ciliarfalten,

Co = Cornea, I = Iris, D = Dilator, L = Linse,

R = Retina. Vergr. 120 fach. Axialer Vertikalschnitt.
Entpigmentiert.

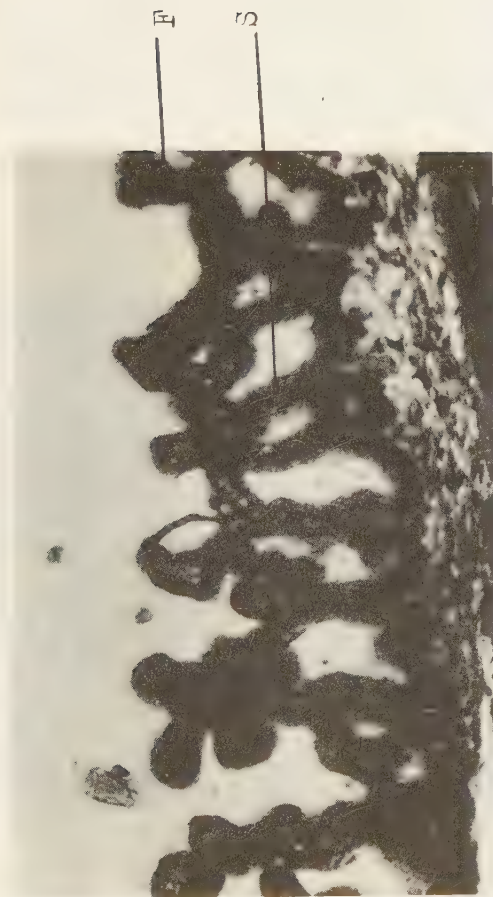


Abb. 11. Glis glis. Corpus ciliare und Sims.
S = Sims, F = Ciliarfalten, äquatorialer Querschnitt. Vergr. 120 fach.

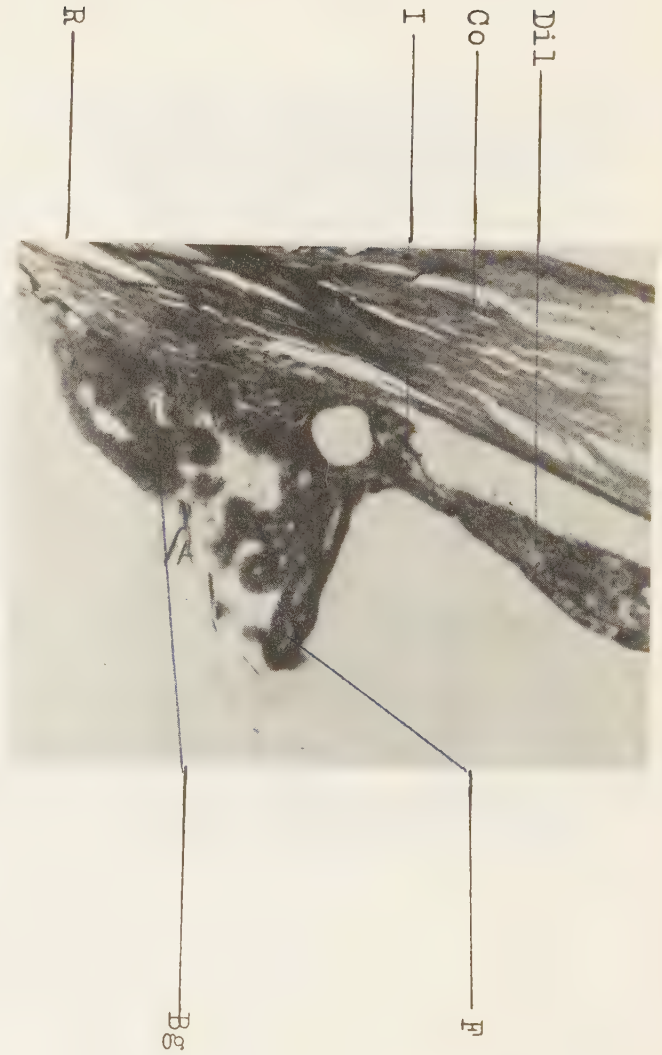


Abb. 12. Glis glis. F = Ciliarfalten, Co = Cornea,
I = Iris, Dil = Dilatator, R = Retina, Bg = Blutgefäß.
Axialer Vertikalschnitt. Entpigmentiert. Vergr. 120 fach.

über, wogegen sie sich in entgegengesetzter Richtung am Ziliarrand der Iris entlangziehen, um sich dann mit dem naheliegenden Chorioidea-Endsaum zu vereinigen. Ligamentum pectinatum hat beim Siebenschläfer eine Länge von ca. 182 μ und eine Dicke von ca. 63 μ , beim Gartenschläfer 128 μ und 48 μ .

Die Regenbogenhaut (Iris)
=====

Eine ringförmige Platte darstellend, ragt die Iris bis in die Augenkammer vor und trennt die vordere und hintere Kammer unvollkommen voneinander, welche beide durch das in ihrer Mitte befindliche, ziemlich kleine Sehloch miteinander kommunizieren. Die Dimensionen der Iris sind aus der folgenden Tabelle erhältlich:

Tabelle 8: Dimensionen der Iris (Gemessen an Cell.-
Par.-Mittelschnitten)

Art (Anzahl)	Ls (mm)	BI (mm)	Dp (μ)	Dm (μ)
Gartenschläfer (5)	0,90	3,05	63	26
Siebenschläfer (3)	1,00	3,61	115	32
Ls: Länge des Durchmessers des Sehloches				
BI: Breite der Iris				
Dp: Dicke der Iris (In der Nähe des Pupillarrandes)				
Dm: Dicke der Iris (In der Mitte der Iris)				
Die mittlere quadratische Abweichung				
S: 3 % G: 3 %				

Die Farbe der Iris ist wegen des zahlreichen Pigmentes dunkelbraun, so daß ich das Pigment entfernt habe, um die Feinstruktur derselben genauer untersuchen zu können. Ihre Vorderfläche bedeckt ein aus platten, polygonalen

Zellen bestehendes einschichtiges Epithel; auf diese folgt das Stroma iridis, ein verdichtetes Bindegewebe mit reichen Gefäßen und ziemlich viel Pigmentzellen. Die Pigmentzellen gleichen denen, die sich in der Grundplatte des Ziliarkörpers vorfinden. Man erkennt hinter dieser Schicht zwei verschiedenartige glatte Muskeln. Der erstere derselben, welcher ein in der Nähe des Pupillarrandes der Iris ringförmig angeordneter Sphinkter ist, hat beim Gartenschläfer eine durchschnittliche Dicke von ca. 39μ und eine Breite von ca. 322μ , beim Siebenschläfer 51μ und 217μ . Der letztere dieser beiden Muskeln ist der radiär verlaufende ziemlich dünne Dilatator. Dieser Muskel geht von der Iriswurzel aus und zieht bis in die Nähe des Pupillarrandes, so wie es Schwarz (1935) bei der Hausmaus gefunden hat.

Die derhinteren der Irisfläche besteht aus zwei Pigmentzellenschichten. Die Zellen des Außenblattes sind relativ kleiner, polygonal und haben ovalere Kerne als die des Innenblattes. Die beiden Schichten, die man zusammen als Pigmentschicht der Iris bezeichnet, gehen am Pupillarrande umschlagend ineinander über.

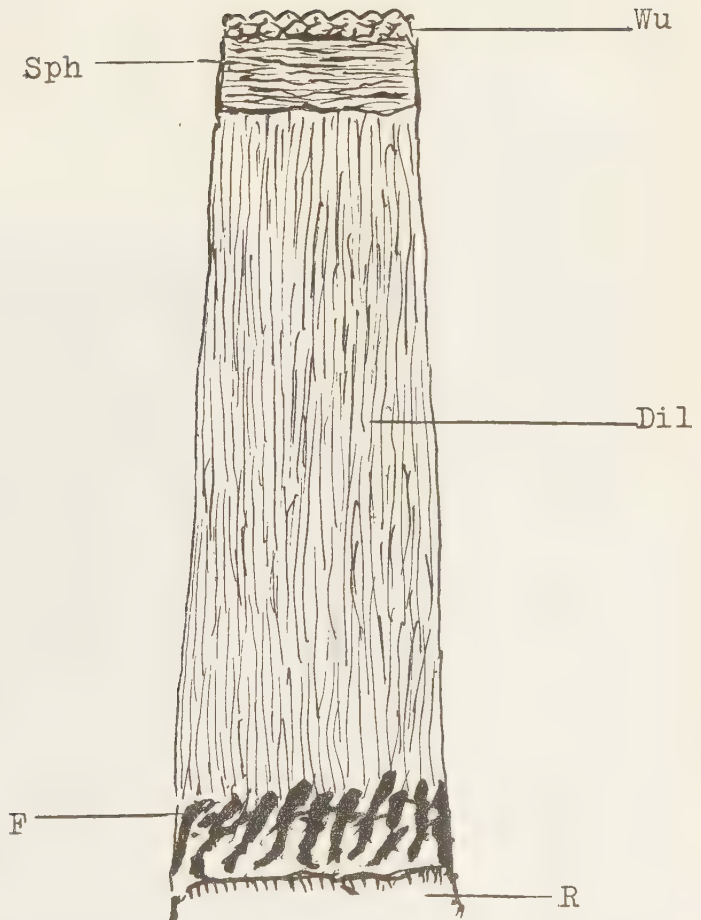
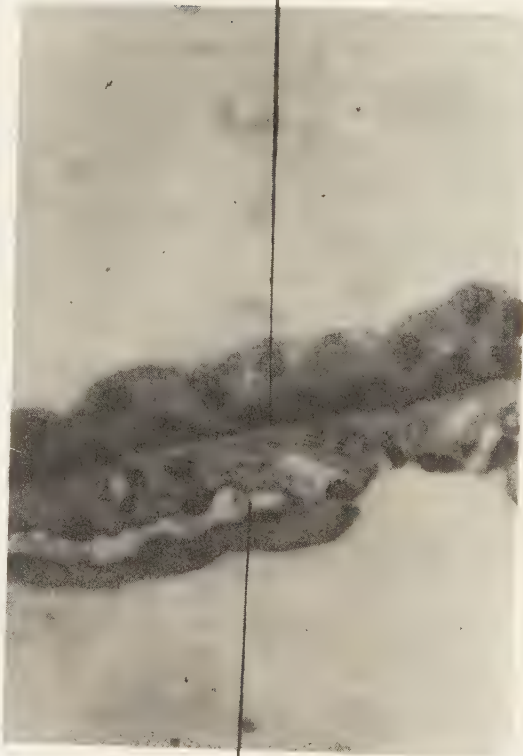


Abb. 13. Iris. *Eliomys quercinus*. Dil = Dilatato
F = Ciliarfalten, R = Retina, Sph = Sphinkter, W
Wulstige Vorsprünge der Iris. Entpigmentiert.
Vergr. 30 fach.

Dil



Bg

Abb. 14. Iris. *Eliomys quercinus*. Bg = Blutgefäß,
Dil = Dilatator. Vergr. 500 fach. Entpigmentiert.

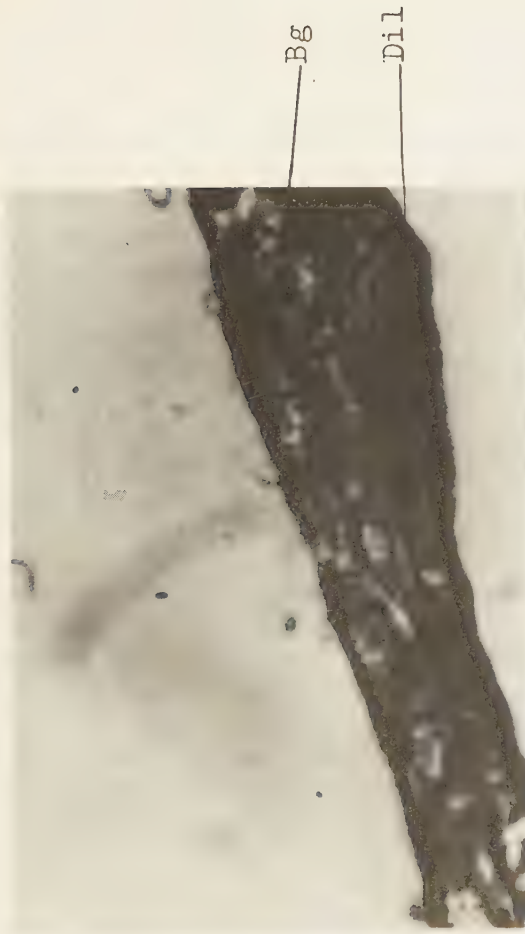


Abb. 15. Iris. Glis glis. Bg = Blutgefäß,
Dil = Dilatator, Vergr. 500 fach. Entpigmentiert.

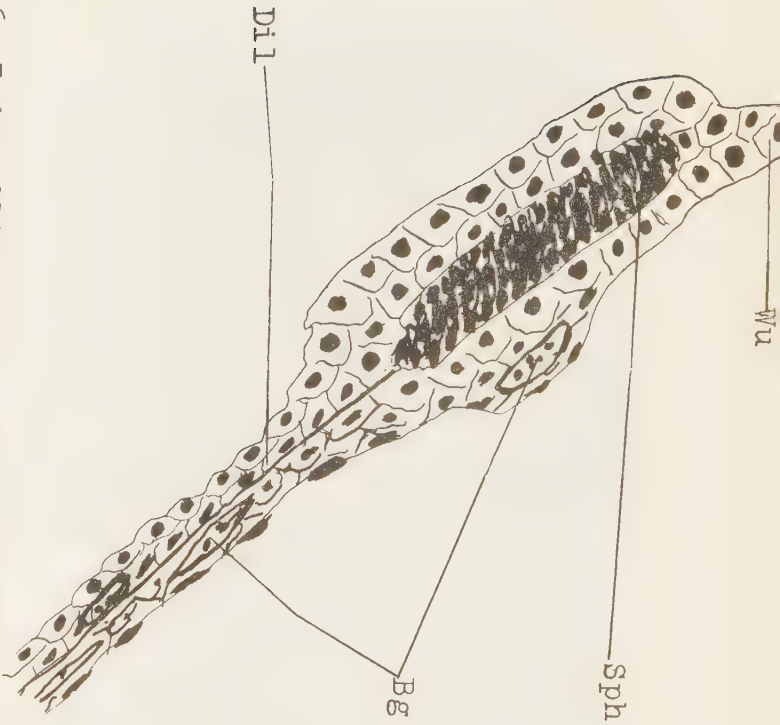


Abb. 16. Iris. Glis glis. Bg = Blutgefäß, Dil = Dilatator, Sph = Sphinkter, Wu = Wulstige Vorsprünge der Iris. Vergr. 200 fach. Entpigmentiert.

Das Ziliarbändchen (Zonula ciliaris)

=====

Das Ziliarbändchen ist ein Faserapparat, der zwischen Ziliarkörper, Linse und Membrana terminalis des Glaskörpers durchzieht. Es stützt die Linse und besteht im wesentlichen aus zahlreichen Fasern, welche hauptsächlich aus den Tälern der Ziliarfalten ausgehen und an der Kapsel der Linse, in deren Äquatorialgegend, sich ansetzen. Die Breite der Ansatzstellen der Zonulafasern beträgt beim Gartenschläfer durchschnittlich 120 μ , beim Siebenschläfer 103 μ . Die Zonula ciliaris des Garten- und Siebenschläfers beobachtete ich im allgemeinen genau so, wie Kahmann (1930) sie bei niederen Säugetieren fand. Er schreibt: "Die Verteilung der Fasern beim Ansatz an die Linse ist nahezu gleichmäßig, nur ganz gering ist das vordere Bündel stärker entwickelt. Die Fasern kommen hauptsächlich aus den Tälern, etwa aus dem hinteren und mittleren Drittel. Dabei kreuzen die weiter vorn entspringenden Fasern diejenigen, welche aus dem hinteren Teil der Täler kommen. Diese Kreuzung ist aber nur schwach entwickelt oder fehlt ganz. Die Konvexität des hinteren Zonulaabschnittes ist in vielen Augen außerordentlich groß. Dies ist eine Folge der starken Wölbung der Linsen hinterfläche. Der Glaskörperwall ist dadurch außerordentlich hoch und ruft so die starke Konvexität des hinteren Blattes hervor. Die Fasern selbst sind weiter vorn durch kurze Verbindungsfasern mit dem pars ciliaris verbunden, genau so, wie wir es bei anderen Säugetieren kennengelernt haben." Beim Garten- und Siebenschläfer sind die Zonulafasern hauptsächlich in drei Gruppen eingeteilt, in eine vordere, eine mittlere und eine hintere, die relativ gut entwickelt sind. Besonders stark sind die vorderen und hinteren Bündel ausgeprägt. Der Ansatz des vorderen Bündels, das aus dem hinteren Teil der Täler entspringt, greift weiter auf die vordere Linsenfläche überals das hintere Bündel auf die

hintere. Man findet auch deutlich ein mittleres Bündel zwischen dem vorderen und hinteren. Das Eindringen der Fasern des Ziliarkörpers finde ich nur in den Zellen des Innenblattes des Ziliarkörpers bestätigt.

Der Glaskörper (Corpus vitreum)
=====

Der Glaskörper füllt wie bei anderen Säugern beim Garten- und Siebenschläfer den Hohlraum aus, welcher zwischen der Linse, dem Ziliarkörper und der Netzhaut zustande kommt. Die Untersuchung des Glaskörpers habe ich am gefärbten Präparat vorgenommen. Die Membrana hyaloidea ist morphologisch gesehen eine homogene und dünne, jedoch feste Haut, welche außen der Membrana limitans interna der Retina sich nur anlegt, während sie innen mit dem Stroma vitreum äußerst fest verbunden ist. Diese Hülle überzieht die hintere, konvexe Fläche des Glaskörpers und setzt sich in der Nähe des hinteren Ziliarbündels vorwärtsgerichtet in eine zarte Haut fort. Im Stroma vitreum befinden sich sehr feine Fasern. Diese Fasern durchflechten sich untereinander vielfach und bilden so das Stroma vitreum. Die Zellen im Stroma vitreum selbst konnte ich nicht feststellen.



Abb.17. *Eliomys quercinus*. Axialer Schnitt.

Cc = Corpus ciliare, Hy = Hyaloidea des Glaskörpers,

I = Iris, Z = Ziliarbändchen. Vergr. 120 fach.



Abb. 18. Glis glis. Axialer Schnitt. C = Corpus ciliare, Hy = Hyaloidea des Glaskörpers, I = Iris, Z = Ziliar- bändchen. Vergr. 120 fach.

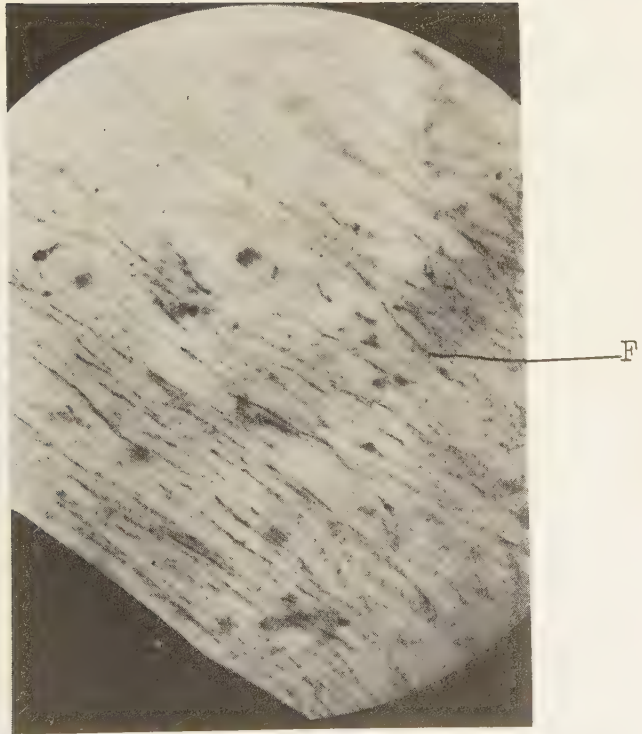


Abb. 19. *Eliomys quercinus*. Fasern des Glaskörpers.
F = Fasern. Vergr. 300 fach.

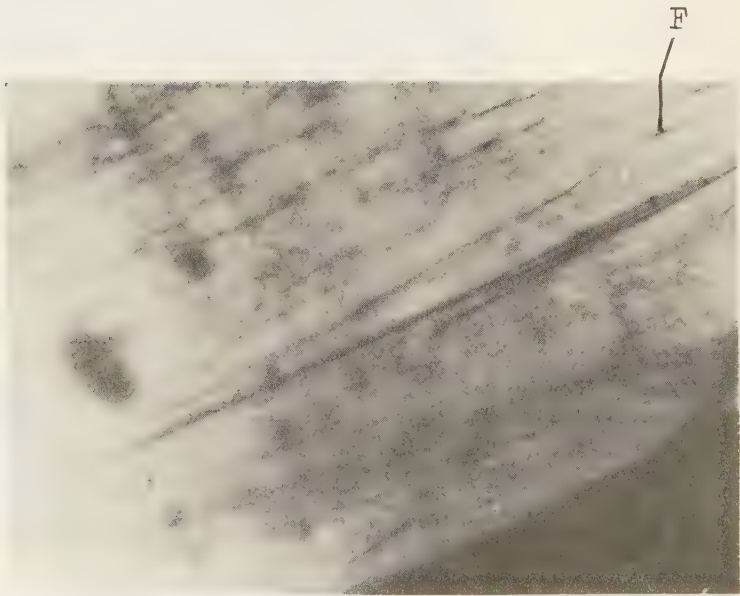


Abb. 20. Glis glis. Fasern des Glaskörpers.

F = Fasern. Vergr. 400 fach.

Die Linse (Lens crystallina)
=====

Die Linse ist beim Sieben- und Gartenschläfer gerundet, aber nicht kugelig, und ihre Wölbung der Hinterfläche ist etwas stärker als die der Vorderfläche. Schon Kahmann (1930) bemerkt: "Die Mäuse, vor allem die kleineren Arten, zeichnen sich durch große und nahezu kugelige Linse aus. Die Wölbungsunterschiede zwischen den beiden Flächen der Linse sind gewöhnlich nicht sehr groß. Häufig sind Vorder- und Hinterfläche nahezu gleich stark gerundet. Meistens läßt sich indessen eine etwas stärkere Wölbung der Hinterfläche feststellen. So bei Hausmaus, Brandmaus, Siebenschläfer u.a."

Sie scheint überall gleichmäßig dick, obwohl Schwarz (1935) sagt: "Wie Plate beim Schimpansen angibt, die Linse sei temporal dicker als nasal, so scheint eine Asymmetrie auch bei der Maus feststellbar zu sein." Jedoch Döll (1952) erwähnt: "Die Angaben von Schwarz, die Linse der Hausmaus sei temporal dicker als nasal, konnte ich durch die Untersuchungen der Mäuse nicht bestätigt finden." Über die Dimensionen der Linsen beim Siebenschläfer hat Kahmann (1930) schon Angaben gemacht; solche über die des Gartenschläfers sind mir jedoch aus der Literatur nicht bekannt. Die von mir gefundenen Maße der Linse sind in der Tabelle 9/10 zusammengestellt:

Tabelle 9: Absolute Linsenachse und Durchmesser

Art (Anzahl)	A _A (mm)	L _{nt} (mm)	L _{dv} (mm)	L _A (mm)	I
Gartenschläfer (5)	5,45	4,30	4,30	3,43	1,25
Siebenschläfer (3)	6,54	4,71	4,71	3,68	1,28

A_A: Länge der Augenachse
 nt: Länge des nasal-temporalen Linsendurchmessers
 dv: Länge des dorsal-ventralen Linsendurchmessers
 L_A: Länge der Linsenachse. I : Index
 Die mittlere quadratische Abweichung:
 L_A: 3,6 % L_{nt}: 4,2 %

Die Linsenindizes in der oberen Tabelle zeigen, daß die Linse des Gartenschläfers etwas kugelförmiger ist, als die des Siebenschläfers. Schon Döll (1952) fand bei Mäusen, daß die Linsenindizes der kleineren Augen zu kleineren Werten tendieren, was auf kugelförmigere Linsen weist. Ausnahmen bildeten die Arten Scher- und Schneemaus. Kahmann (1930) gibt über die Linsenmaße des Siebenschläfers folgende Werte an: Li_A: 3,63 mm; Li_D: 4,51 mm. Daraus ergibt sich ein Index von 1,24. Diese Werte liegen in dem durch die mittlere Abweichung umgrenzten Bereich.

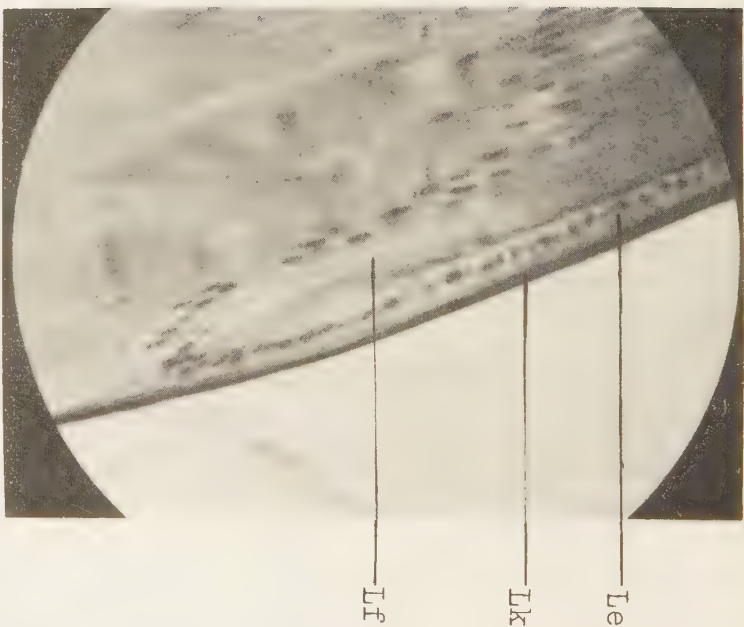
Tabelle 10: Dimensionen der Augen- und Linsenflächen

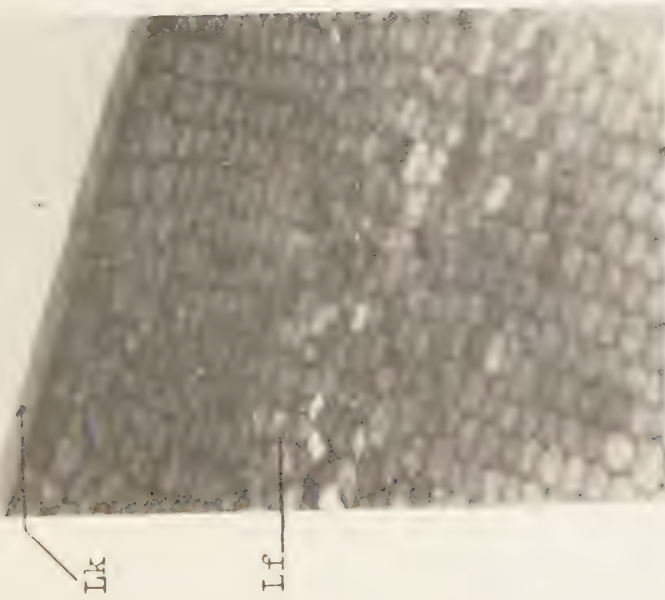
Art (Anzahl)	FA (mm ²)	FLi (mm ²)	FLi/FA (%)
Gartenschläfer (5)	25,34	11,58	45,5
Siebenschläfer (3)	36,27	15,33	42,2

FA: Fläche des Auges im Schnitt
 FLi: Fläche der Linse im Schnitt
 FLi/FA: relative Fläche der Linse im Schnitt
 (nur vom Mittelwert)
 Die mittlere quadratische Schwankung beträgt bei
 FA: 5,8 %; FLi: 6,7 %.

Abb. 21. *Eliomys quercinus*. Linse. Axialer Schnitt.

Le = Linsenepitheil, Lf = Linsenfasern, Lk = Linsen-
kapsel. Vergr. 300 fach.



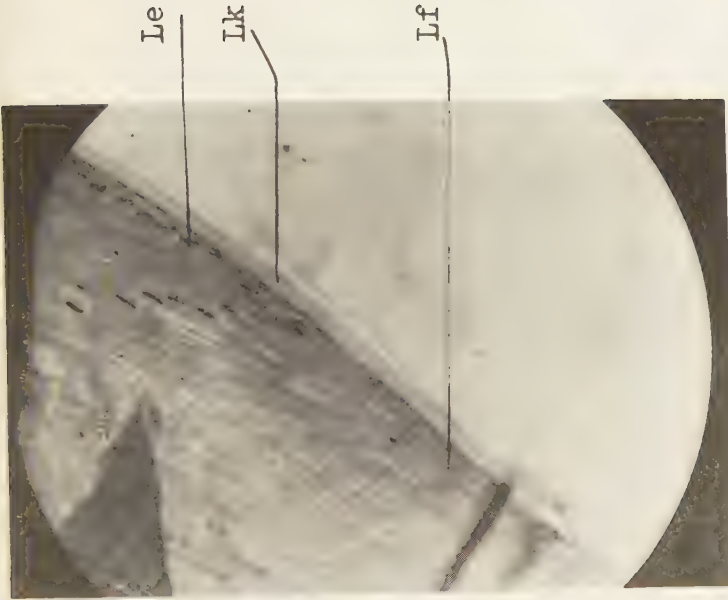


a. Vergr. 500 fach.

Abb. 22. Gllie glis. a. aquatorialer Querschnitt.

b. axialer Horizontalschnitt. Le = Linsenfasern,

Lk = Linsenkapitel, Lf = Linsenfasern. (Linse)



b. Vergr. 300 fach.

Die Flächen der Augen und Linsen wurden mit dem Planimeter auf maximalen Mittelschnitten gemessen. Bei den Flächenmessungen ist die Linse des Gartenschläfers zur Augengröße relativ größer als die des Siebenschläfers. Der Umfang der Linse beträgt beim Siebenschläfer durchschnittlich 14,1 mm, das sind 65,2 % des Gesamtaugenumfanges. Beim Gartenschläfer beträgt dieselbe 11,6 mm, ca. 66,3 % des Gesamtaugenumfanges. Wie bei den Flächenmessungen, so ist auch der Linsenumfang des Gartenschläfers im Verhältnis zum Gesamtumfang des Auges relativ größer als der des Siebenschläfers. Die Linsenkapsel umhüllt die ganze Linse. Sie ist vorn am dicksten und verdünnt sich vom Äquator rückwärtsziehend allmählich, so daß sie schließlich hinten am dünnsten ist. Ihre Dicke beträgt beim Siebenschläfer vorn ca. 18,5 μ , im Äquatorialbereich ca. 10 μ , hinten ca. 5 μ und beim Gartenschläfer ca. 12,5 μ ; 7,5 und 2,5 μ . Das Linsenepithel ist ein einschichtiges Polygonalepithel. Es nimmt in Richtung Äquator hin an Höhe zu und geht dann in die langen Linsenfasern über, je mehr es sich dem Linsenrand nähert. Die Linsenfasern liegen, platte sechseckige Prismen darstellend, einander dicht an und gliedern sich in dreierlei Arten. Die Zentralfaser habe ich im Schnitt nicht sehen können, da der innere Teil infolge besonderer Härte meist verloren geht, oder beim Färben undurchsichtig wird. Übergangsfasern folgen den vorhergehenden nach außen. Diese besitzen keine Kerne. Die Hauptfasern machen die Rinde der Linse aus und enthalten im Äquatorialteil ovale Kerne.

Die Linsen der meisten Säugetiere, vor allem aber die der Dämmerungstiere, zeichneten sich durch außerordentliche Härte aus, die Lamellenreihen ließen sich an Äquatorialschnitten bis tief zum Kern hin verfolgen, und zwar in außerordentlicher Regelmäßigkeit der Anordnung (Kahmann 1930).

Die Netzhaut (Retina)
=====

1. Allgemeine Übersicht

Die Netzhaut des Garten- und Siebenschläfers besteht aus zwei Epithelien, einem inneren, der eigentlichen licht-perzipierenden Schicht oder Retina im engeren Sinne und einem äußeren, dem Pigmentepithel. Sie ist relativ dick in bezug auf die geringe Größe des Auges und verdünnt sich nach vorn zu allmählich. Bevor der Opticus von innen die Sklera, Chorioidea und die äußeren Schichten der Retina durchsetzt, bildet er die Papilla nervi optici, Nervenfasern, welche von der Innenfläche der Retina ausstrahlen und aus der Nervenfaserschicht stammen. Ein halbkugelgestalteter Stumpf, der vom Opticus aus in den Glaskörper führt, ist wahrscheinlich ein Rest der embryonalen Arteria hyaloidea (s. Abb. 23, 24). Seine Dimensionen sind wie folgendes Zahlenbeispiel zeigt:

	Höhe	Durchmesser
Gartenschläfer:	68 μ	118 μ
Siebenschläfer:	64 μ	102 μ

Man findet, daß die Arteriae centrales retinae durch die Achse des Opticus augenwärts verlaufen und an der Papille radiär auf die innere Retinafläche ausstrahlen. Kolmer (1929) berichtet über den Verlauf der Arteriae centrales retinae bei Sieben- und Baumschläfer folgendes: "Von der Centralis retinae gehen große Äste aus, von ihnen kleinere, die von innen her die Netzhaut annähernd senkrecht durchbohren und wenige Kapillaren in der üblichen Weise in die innere Körperschicht abgeben, wo die Kapillaren übrigens bei diesem Tier ganz auffallend ausschließlich auf die innerste Lage dieser Körnerschicht beschränkt sind. Andere, stärkere Äste der Arterien durchbohren fast bis zur Limitans externa, zumeist geradlinig, die Netzhaut von innen und bilden dann, untereinander durch Arkaden

verbunden, ein sehr engmaschiges Kapillarnetz unmittelbar unter der Limitans externa." Das habe ich beim Siebenschläfer auch so beobachtet, zum anderen aber auch beim Gartenschläfer gefunden. Dieses Kapillarnetz ist beim Gartenschläfer etwas dichter als beim Siebenschläfer, indem ich beim ersteren 7 - 8 Kapillarquerschnitte in Abständen von 100 μ auf den Schnitten angetroffen habe, während Kolmer (1927) wie auch ich beim Siebenschläfer auf 100 μ 5 - 6 Kapillarquerschnitte fand. Die Mittelwerte der Retinalänge und der Dicke des Sehnervs sind in der folgenden Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11: Absolute und relative Retinalängen
(Gemessen an Celloidin-Paraffin-Schnitten)

Art (Anzahl)	Ua (mm)	L _R (mm)	L _R /A _U (%)	N (μ)
Gartenschläfer	17,5	8,9	50,8	378
Siebenschläfer	21,6	10,4	48,1	384

Ua: Länge des Augenumfanges
L_R: Länge des Retinabogens
L_R/A_U in %: Retinalänge in % des Augenumfanges
N: Dicke des Sehnervs beim Austritt aus der Sklera
Die mittlere quadratische Abweichung beträgt:
Gartenschläfer: Ua: 6 %, L_R: 4 %, N: 2 %
Siebenschläfer: Ua: 7 %, L_R: 4,8 %, N: 2 %

Wir können aus Tabelle 11 erkennen, daß der prozentuale Retinaanteil beim Siebenschläfer kleiner als beim Gartenschläfer ist und daß sich wohl bei beiden die Lebensweise als Dämmerungstiere in der Größe des Retinabogens gegenüber anderer Säugetiere widerspiegelt. Schon Carriere (1885) erwähnt (Angabe nach Möller 1951 und Döll 1952), daß bei Nachtraubtieren der Retinarand weiter gegen die Hornhaut reicht als bei Tagtieren.

Das Pigmentepithel des Garten- und Siebenschläfers ist ziemlich dünn, wie auch Kolmer beim Siebenschläfer feststellt, und besteht aus einer einzigen Schicht von Pigment-

zellen. Der äußere, der Chorioidea zugekehrte Abschnitt der Zellen enthält keine Pigmentkörner; dann folgt der den elliptischen Kern führende Abschnitt und endlich der tiefe pigmenthaltige. Die Größe der Pigmentzellkerne beträgt beim Gartenschläfer durchschnittlich an Länge 10μ , an Breite $4,9\mu$, beim Siebenschläfer Länge $7,6\mu$, Breite $6,1\mu$. Die Schichten der Retina im engeren Sinne sind von außen nach innen gerechnet folgend angeordnet:

1. Schicht der Stäbchen
2. Membrana limitans externa
3. Äußere Körnerschicht (Schicht der Sehzellenkörper)
4. Äußere retikuläre Schicht (Verknüpfungsfaserschicht)
5. Innere Körnerschicht (Verknüpfungszellenschicht)
6. Innere retikuläre Schicht (Verknüpfungsfaserschicht)
7. Ganglienzellenschicht
8. Nervenfaserschicht (Opticusfaserschicht)
9. Membrana limitans interna

2. Die Elemente der Retina

Die Angaben der Tabellen für die Elemente der Retina stellen Mittelwerte aus je 300 Messungen (Sehzellenkerne, Bipolare, Ganglienzellenkerne) und 100 Messungen (Kerne der Amakrinen-, Horizontal- und Stützzellen) dar. Die Form der Retinakerne ist nicht kugelförmig, sondern ellipsoid. Um eine Vergleichsmöglichkeit zwischen den verschiedenen Kerngrößen zu schaffen, wurde die Länge und Breite von jedem einzelnen Zellkern gemessen und daraus der mittlere Kerndurchmesser ermittelt.



Art.hya.

Art.cen.

S

Abb. 23. *Eliomys quercinus*. Axialschnitt durch die Optikuseintrittsstelle des rechten Auges, horizontal. VerGr. 120 fach. Art.hya = Arteria hyaloidea, Art.cen = Arteria centralis, Opt = Nervus opticus, S = Sklera.



Abb. 24. Glis glis. Axialschnitt durch die Optikuseintrittsstelle des rechten Auges, vertikal. Vergr. 120 fach.
 Art.hya = Arteria hyaloidea, Art.cen = Arteria centralis,
 Opt = Nervus optikus, S = Sklera.

Die Schicht der Stäbchen

=====

Diese Schicht ist der kernlose Teil der Sehzellen und besteht aus länglichen zylindrischen Stäbchen. Man unterscheidet am Stäbchen ein Außen- und Innenglied. Letzteres setzt sich wiederum aus Myoid und Ellipsoid zusammen, die der Membrana limitans externa eine Grenze bilden. Den Spiralfaden, den Menner (1951) bei Mäusen am Außenglied feststellte, habe ich beim Sieben- und Gartenschläfer nicht so deutlich erkennen können, dagegen jedoch an der Grenze zwischen Innen- und Außenglied stark gefärbte Granula. Schon Döll (1952) erwähnt: "Auf den Schnitten, die der vorliegenden Arbeit (bei Mäusen) zugrundelagen, war jedenfalls an keinem Stäbchen- bzw. Zapfenaußenglied der Spiralfaden so deutlich zu sehen, wie ihn Menner (1930) und Schwarz (1935) bei der Hausmaus festgestellt haben."

Tabelle 12: Länge der Stäbchen

Art	L_G (μ)	L_A (μ)	L_M (μ)	Li (μ)	B_A (μ)	Bi (μ)
Gartenschläfer	41,1 $\pm$ 0,98	21,2 $\pm$ 0,83	18,5 $\pm$ 0,74	19,9	0,99	1,11
Siebenschläfer	40,9 $\pm$ 0,79	29,4 $\pm$ 0,73	10,8 $\pm$ 0,65	12,5	0,95	1,05
Längen:	L_G ; Gesamtlänge des Stäbchens L_A ; Außenglied L_M ; Myoid Li; Innenglied (= Myoid + Ellipsoid)					
Breiten:	B_A ; Außenglied, G; $\pm$ 0,08 μ S; $\pm$ 0,07 μ Bi; Innenglied, G; $\pm$ 0,08 μ S; $\pm$ 0,07 μ					

Die in der Tabelle 12 angegebenen Werte zeigen, daß die Stäbchen des Gartenschläfers länger und dicker als die des Siebenschläfers sind und daß das Innenglied des Stäbchens beim ersteren beträchtlich länger ist. Die Gesamtlänge der Stäbchen unterscheidet sich bei beiden Arten nur ein wenig. Diese Tatsache bedeutet, daß das Außenglied des Siebenschläfers relativ länger als das des Gartenschläfers ist.

Die Kerne der Sehzellen

=====

Der Kern der Sehzellen hat zwei gegeneinander gerichtete Chromatinschollen mit kleinen radiären Ausläufern und zeigt etwa eine elliptische Form. Schon Kolmer (1927) schrieb einst, daß Zapfen in der Retina des Siebenschläfers bei bester Konservierung in dünnsten Schnitten nicht nachweisbar waren.

Tabelle 13: Dimensionen der Stäbchenkerne

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ^D)
Gartenschläfer	$4,55 \pm 0,21$	$3,44 \pm 0,19$	1,32	4,00
Siebenschläfer	$5,09 \pm 0,24$	$3,23 \pm 0,18$	1,56	4,16
I_K : Kernlänge/Kernbreite (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

Der Stäbchenkern des Gartenschläfers ist kleiner und rundlicher als der des Siebenschläfers. Index der Stäbchenkerne beträgt bei Mäusen 1,114 - 1,144 (Döll 1952). So erkennen wir, daß der Stäbchenkern des Garten- und Siebenschläfers länglicher als der der Mäuse sei.

Innere Körnerschicht

=====

Als die Hauptelemente dieser Schicht sind die ehrzeilig geordneten, bipolaren Nervenzellen hervorzuheben, deren einer Fortsatz in die äußere retikuläre Schicht, der anderer in die innere retikuläre Schicht eintritt. Sie enthalten einen großen Kern. In dieser Schicht findet man auch die Amakrinen- und Horizontal-Zellen, sowie die Kerne der Radiärfasern (Müller' Stützfasern).

Tabelle 14: Kerne der Bipolaren

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ_D)
Gartenschläfer	$6,86 \pm 0,42$	$4,73 \pm 0,40$	1,56	5,80
Siebenschläfer	$6,43 \pm 0,39$	$5,55 \pm 0,42$	1,16	5,99
I_K : Kernlänge/Kernbreite (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

Tabelle 15: Kerne der Horizontalen

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ_D)
Gartenschläfer	$8,78 \pm 0,42$	$6,56 \pm 0,37$	1,16	7,72
Siebenschläfer	$8,83 \pm 0,43$	$6,54 \pm 0,35$	1,35	7,68
I_K : Kernlänge/Kernbreite (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

Tabelle 16: Kerne der Amakrinen

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ_D)
Gartenschläfer	$7,38 \pm 0,39$	$6,65 \pm 0,37$	1,11	7,02
Siebenschläfer	$7,78 \pm 0,41$	$7,76 \pm 0,38$	1,00	7,77
I_K : Kernlänge/Kernbreite (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

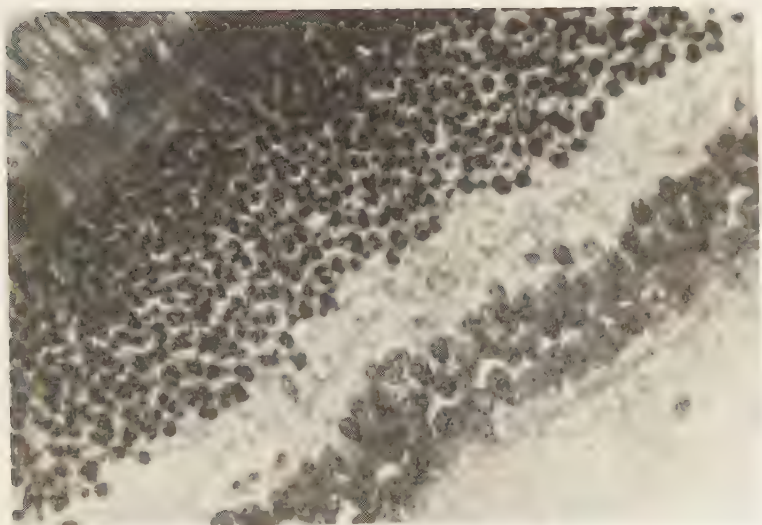
Tabelle 17: Kerne der Radiärfasern

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ_D)
Gartenschläfer	$8,12 \pm 0,79$	$3,23 \pm 0,66$	2,52	5,67
Siebenschläfer	$7,50 \pm 0,79$	$2,80 \pm 0,66$	2,67	5,15
I_K : Kernlänge/Kernbreite (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

25



a. Vergr. 500 fach



b. Vergr. 500 fach

Abb. 25. *Eliomys quercinus*. Axialschnitt, horizontal.

Die Kerne der Horizontalzellen, welche in der äußersten Lage der inneren Körnerschicht eine horizontale Form aufweisen, sind größer als die übrigen Kerne in derselben Schicht, so daß man sie deutlich unterscheiden kann. An der äußeren Form der Kerne lassen sich die Amakrinen von den Bipolaren unterscheiden. Diese sind nämlich bei den Amakrinen kugelig als bei den letzteren, wie der Index in der Tabelle 16 zeigt. Zum anderen finden sich im Chromatinnetzwerk der Kerne intensiv tingierbare Granulae, die in den Bipolarkernen nicht so deutlich zu sehen sind. Im allgemeinen liegen die Amakrinen beim Garten- und Siebenschläfer in der inneren Lage der inneren Körnerschicht, jedoch sind sie auch oft in der Mittelschicht zu finden. Die Kerne der Radiärfasern lassen sich leicht durch ihre beträchtliche Länge und ihre extrem schmale Form unterscheiden.

Tabelle 18: Kerne der Ganglienzellen

Art	Kernlänge (μ)	Kernbreite (μ)	I_K	M_D (μ^D)
Gartenschläfer	$8,53 \pm 0,88$	$7,12 \pm 0,61$	1,20	7,82
Siebenschläfer	$8,32 \pm 0,74$	$7,53 \pm 0,65$	1,11	7,92
I_K : Kernlänge/Kernbreit (Index)				
M_D : Mittlerer Kerndurchmesser				

Die Ganglienzellen ordnen sich meistens in einer Reihe an. Der Neurit tritt in die Nervenfaserschicht, die verästelten Dendriten in die innere retikuläre Schicht ein, in welcher die Fortsätze in verschiedener Höhe sich flächenhaft verästelnd mit denen der benachbarten Zellen durchflechten.

Bg



a. Vergr. 300 fach



b. Vergr. 500 fach

Abb. 26. Glis glis. Axialschnitt, horizontal. Retina.
Bg = Blutgefäß.

Das Verhältnis der Kerngröße der Retina zur Körpergröße.

Tabelle 19: Mittlerer Kerndurchmesser in o/oooo der Kopf-Rumpflänge

Art	S zu K	B zu K	G zu K	A zu K	H zu K	St zu K
Gartenschläfer	3,13	4,54	6,12	5,49	6,04	4,43
Siebenschläfer	2,60	3,76	4,95	4,85	4,80	3,22
S zu K: Mittlerer Durchmesser der Sehzellkerne in o/oooo der Körperlänge						
B zu K: Mittlerer Durchmesser der Bipolarkerne in o/oooo der Körperlänge						
G zu K: Mittlerer Durchmesser der Ganglienzellkerne in o/oooo der Körperlänge						
A zu K: Mittlerer Durchmesser der Amakrinenzellkerne in o/oooo der Körperlänge						
H zu K: Mittlerer Durchmesser der Horizontalenkerne in o/oooo der Körperlänge						
St zu K: Mittlerer Durchmesser der Stützkkerne in o/oooo der Körperlänge						

Es ist von den Retinazellen der kleinen Augen im allgemeinen schon bekannt (Rensch 1947, 1948; Möller 1950; Döll 1952), daß sie nicht körperproportional, sondern nur relativ wenig verkleinert sind. Dasselbe habe ich auch beim Garten- und Siebenschläfer feststellen können (vgl. Tabelle 19).

Die in der Tabelle 19 angegebenen Werte habe ich wegen der Kleinheit der Kerndurchmesser, bezogen auf die Körpergröße, in o/oooo errechnet.

3. Die Dicke der Retina

a) Schichtdicken im Bereich der Augenhachse

Die Retina ist am dicksten an der Eintrittsstelle des Opticus und verdünnt sich von da nach vorn zu allmählich, so daß man für die Bestimmung der absoluten und relativen Dickenmaße der Retina bei den Meßvergleichen ganz bestimmte

Bereiche wählen muß. So bestimmt man also den Bereich (Meßbereich) in einem für das Sehen am wichtigsten und zugleich dicksten Gebiet der Retina, nämlich im Augenhintergrund.

Tabelle 20: Gesamtdicke der Retina
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art	Länge der Augen- achse (mm)	Gesamtdicke der Retina (μ)	d_{ges}/A (%)
Gartenschläfer	5,400	229,5	4,25
Siebenschläfer	6,450	194,1	3,01

d_{ges}/A : Gesamtdicke relativ bezogen auf die Augennachse
Die mittlere quadratische Abweichung beträgt:
Gartenschläfer = 6,7 %
Siebenschläfer = 6,4 %

Man ersieht aus der Tabelle 20 die absoluten und relativen Dickenmaße der zentralen Retinapartie. Es zeigt sich, daß die Retina des Gartenschläfers dicker als die des Siebenschläfers ist. Daraus läßt sich wieder schließen, daß die Dicke der Retina von Garten- und Siebenschläfer, bezogen auf die Augengröße, relativ größer ist, als bei anderen Säugetieren. Die Gesamtdicke der Retina ist etwas größer als die Summe der einzelnen, im folgenden angegebenen Schichtdicken, da die Grenzmembranen hier nicht berücksichtigt worden sind.

Tabelle 21: Dicke der Sehzellenkernschicht
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art	d_s (μ s)	d_s/A (%)	d_s/K_L	d_s/d_{ges} (%)
Gartenschläfer	59,57	1,10	13,09	26,07
Siebenschläfer	48,04	0,75	9,43	24,75

d_s : Dicke der Sehzellkernschicht
 d_s/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augennachse
 d_s/K_L : dasselbe, bezogen auf die Kernlänge = Anzahl der Kernlagen in der Schicht
 d_s/d_{ges} : dasselbe, bezogen auf die Dicke der Retina
 Die mittlere quadratische Abweichung:
 Siebenschläfer: 5,4 %
 Gartenschläfer: 6,0 %

Der prozentuale Anteil der Sehzellenkernschicht im Verhältnis zur Augennachse ist beim Gartenschläfer mit relativ kleineren Augen größer als beim Siebenschläfer. Döll (1952) schreibt bei Untersuchungen an Mäusen: "Je kleiner das Auge, desto größer der relative Wert." Die Werte des Gartenschläfers sind ebenso absolut und relativ höher als die des Siebenschläfers. Die relative Dicke, bezogen auf die Kernlänge, gibt die Anzahl der Kernlagen in der Schicht an. Auch die relative Dicke, bezogen auf die Gesamtdicke der Retina, zeigt dasselbe Ergebnis.

Tabelle 22: Dicke der Innenkernschicht
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art	d_I (μ)	d_I/A (%)	d_I/K_L	d_I/d_{ges} (%)
Gartenschläfer	38,22	0,71	5,57	6,73
Siebenschläfer	22,05	0,34	3,43	11,36

d_I : Dicke der Schicht der Innenkerne
 d_I/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augennachse
 d_I/K_L : dasselbe, bezogen auf die Kernlänge = Anzahl der Kernlagen in der Schicht
 d_I/d_{ges} : dasselbe, bezogen auf die Dicke der Retina
 Mittlere quadratische Abweichung:
 Gartenschläfer: 5,6 %
 Siebenschläfer: 6,2 %

Die Dicke der Innenkernschicht, bezogen auf die Augennachse, Kernlänge und Gesamtdicke, ist beim Gartenschläfer absolut und relativ größer als beim Siebenschläfer. In der Innenkernschicht der Retina ist nämlich die Anzahl der Kernlagen beim Gartenschläfer dichter als beim Siebenschläfer.

Innere und äußere retikuläre Schicht =====

In der inneren retikulären Schicht gesellen sich zum Flechtwerk der Dendriten und Neuriten der Nervenzellen von verschiedenen Quellen noch Äste der Radiarfasern zu. Die äußere retikuläre Schicht ist nichts anderes als das Flechtwerk der Nervenfasern und Stützfasern. Hier endigt der äußere Fortsatz der bipolaren Zellen und das basale Ende der Sehzellen der Neuroepithelschicht, auch noch Endbäumchen der Fortsätze der Horizontalzellen.

Tabelle 24: Dicke der äußeren und inneren retikulären Schicht (Vermessen 6-8 Schnitt pro Auge)

Art	d_i (μ)	d_i/A (%)	d_i/d_{ges} (%)	d_a (μ)	d_a/A (%)	d_a/d_{ges} (%)
Gartenschläfer	46,10	0,85	20,17	14,23	0,26	6,23
Siebenschläfer	37,75	0,59	19,45	12,45	0,19	6,41

Mittlere quadratische Abweichung:

äußere retikuläre Schicht: 5 %

innere retikuläre Schicht: 7 %

d_i : Dicke der inneren retikulären Schicht

d_i/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augennachse

d_i/d_{ges} : dasselbe, relativ bezogen auf die Dicke der Retina

d_a : Dicke der äußeren retikulären Schicht

d_a/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augennachse

d_a/d_{ges} : dasselbe, relativ bezogen auf die Dicke der Retina

Die in der Tabelle 24 zusammengestellten Werte zeigen, daß die innere und äußere retikuläre Schicht des Gartenschläfers relativ und absolut dicker ist als beim Siebenschläfer, mit Ausnahme der äußeren retikulären Schicht zur Gesamtdicke der Retina gesehen.

Tabelle 25: Dicke der Nervenfaserschicht
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art	d_N (μ)	d_N/A (%)	d_N/d_{ges} (%)
Gartenschläfer	21,58	0,39	9,44
Siebenschläfer	18,64	0,29	9,50

Mittlere quadratische Abweichung:

Gartenschläfer: 6,1 % Siebenschläfer: 5,8 %

d_N : Dicke der Nervenfaserschicht

d_N/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augennachse

d_N/d_{ges} : dasselbe, relativ bezogen auf die Dicke der Retina

Die Nervenfaserschicht ist an der Eintrittsstelle der Nervenfasern des Opticus am dicksten und nimmt hornhautwärts allmählich ab. Man findet aus der Tabelle 25, daß die Dicke der Nervenfaserschicht des Gartenschläfers zwar größer ist als die des Siebenschläfers, jedoch ist die Dicke der Nervenfaserschicht relativ zur Gesamtdicke der Retina gesehen kleiner.

Tabelle 26: Stäbchenlängen

Art	L_{st} (μ)	L_{st}/A (%)	L_{st}/d_{ges} (%)
Gartenschläfer	41,1	0,76	18,42
Siebenschläfer	40,8	0,63	21,07

L_{st} : Stäbchenlängen
 L_{st}/A : dasselbe, relativ bezogen auf die Augenachse
 L_{st}/d_{ges} : dasselbe, relativ bezogen auf die Dicke der Retina
Mittlere quadratische Abweichung:
Gartenschläfer: 6,6 %
Siebenschläfer: 6,4 %

Die absolute Länge der Stäbchen ist beim Gartenschläfer etwas größer als beim Siebenschläfer. Der Relativwert zur Augenachse ist beim Gartenschläfer ebenfalls größer als beim Siebenschläfer. Auf die Gesamtdicke der Retina bezogen, ist sie jedoch beim ersteren kleiner als beim letzteren.

b) Schichtdicken entlang der Retina

Wie schon über die Dicke der Retina erwähnt wurde, ist diese am größten an der Eintrittsstelle des Opticus und verdünnt sich nach vorn zu allmählich. Um bei den Untersuchungen der Schichtdicken entlang der Retina eine Vergleichsmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Augen

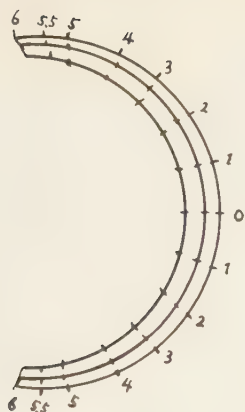


Fig. 1

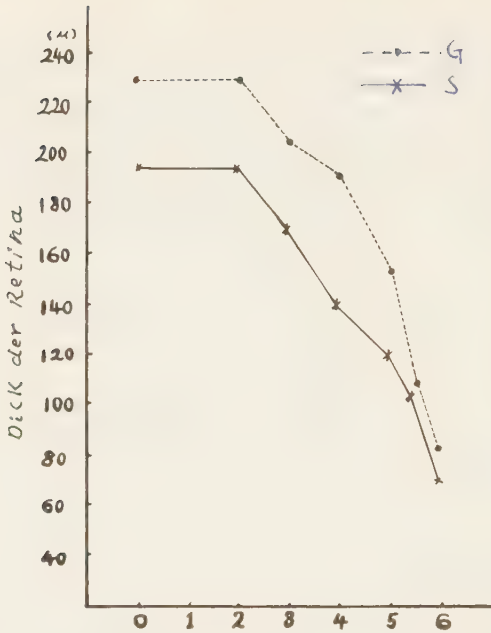
des Garten- und Siebenschläfers zu haben, habe ich die Retinalänge in jeweilig gleiche Stücke eingeteilt. So teilte ich die Gesamtlänge des horizontalen und vertikalen, mittleren Retinaschnitts in Abschnitte der halben Retinalänge ein, ähnlich wie es Döll (1952) bei Mäusen angewandt hat (siehe Fig. 1). Die auf entsprechenden beiden Hälften gemessenen Werte unterscheiden sich nicht wesentlich.

Unterschiede zwischen den Meßwerten am Horizontal- und Vertikalschnitt habe ich beim Sieben- und Gartenschläfer nicht gefunden.

Die gemessenen Werte auf den eingeteilten Retinalängen 0,1 und 2 differieren wenig oder gar nicht, so daß die am Abschnitt 1 gemessenen Werte auch für 0 und 2 gelten. Wegen des starken Dickenabfalls zwischen den Meßpunkten 5 und 6 wurde hier noch ein Zwischenwert bei 5,5 bestimmt.

Tabelle 27: Verlauf der Gesamtdicke der Retina
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art Stellen	Gartenschläfer		Siebenschläfer	
	absolut (μ)	relativ (%)	absolut (μ)	relativ (%)
1	229,5	--	194,1	--
3	205,8	89,7	171,5	88,4
4	191,1	83,3	141,2	72,7
5	152,9	66,6	120,5	62,1
5,5	108,8	47,4	105,8	54,5
6	81,3	35,88	70,3	36,2
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 6,7 %				
Siebenschläfer: 6,4 %				



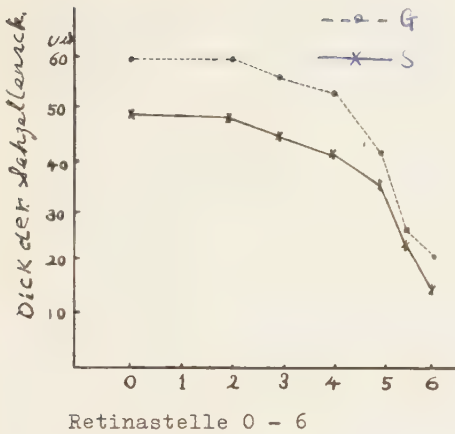
Die absoluten Werte der Gesamtdicke der Retina liegen beim Gartenschläfer mit kleineren Augen etwas höher als beim Siebenschläfer mit größeren Augen. Bei den relativen Werten ergibt sich wieder der langsamere Abfall beim ersteren (siehe Fig. 2).

Retinastelle 0 - 6

Fig. 2

Tabelle 28: Verlauf der Dicke der Sehzellenkernschicht
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art Stellen	Gartenschläfer		Siebenschläfer	
	absolut (μ)	relativ (%)	absolut (μ)	relativ (%)
1	59,6	--	48,1	--
3	55,9	93,8	44,1	91,7
4	54,4	91,3	41,2	85,6
5	41,2	69,1	35,3	73,4
5,5	26,5	44,5	23,5	48,9
6	20,5	34,4	13,8	28,7
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 6 %				
Siebenschläfer: 5,4 %				



Die in der Tabelle 28 angeführten absoluten Werte lassen beim Gartenschläfer eine größere Dicke der Sehzellkernschicht erkennen, als es beim Siebenschläfer der Fall ist. Der relative Abfall ist beim ersteren geringer (siehe Fig. 3).

Fig. 3

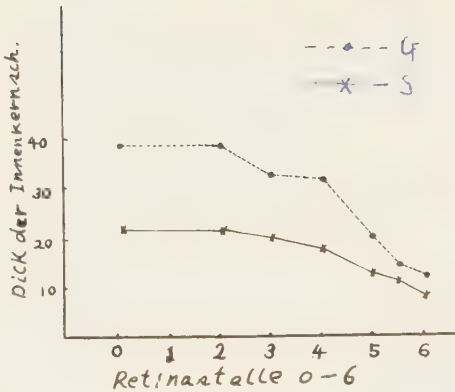
Tabelle 29: Verlauf der Dicke der Innenkernschicht
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art Stellen	Gartenschläfer		Siebenschläfer	
	absolut (μ)	relativ (%)	absolut (μ)	relativ (%)
1	38,2	--	22,1	--
3	33,3	87,2	20,6	93,2
4	31,8	83,3	17,6	79,7
5	20,6	53,9	12,2	55,2
5,5	14,7	38,5	11,8	53,8
6	11,8	30,9	8,8	39,8

Mittlere quadratische Abweichung:

Gartenschläfer: 5,6 %

Siebenschläfer: 6,2 %



Wie aus den Werten der obenstehenden Tabelle ersichtlich ist, sind die absoluten Werte beim Gartenschläfer mit kleineren Augen beträchtlich höher als beim Siebenschläfer mit größeren Augen. Die relativen Werte fallen beim ersteren stärker ab (siehe Fig. 4).

Fig. 4

Tabelle 30: Verlauf der äußeren und inneren retikulären Schicht (Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art Stellen	Gartenschläfer				Siebenschläfer			
	äuß. a (μ)	Schi. r (%)	inn. a (μ)	Schi. r (%)	äuß. a (μ)	Schi. r (%)	inn. a (μ)	Schi. r (%)
1	14,2	-	46,1	-	12,5	-	37,8	-
3	13,9	97,9	41,6	90,2	12,1	96,8	33,2	87,8
4	12,5	88,0	37,9	82,2	10,9	87,2	28,3	74,8
5	11,5	80,9	25,2	54,7	9,1	72,8	24,1	63,7
5,5	7,6	53,5	14,5	31,4	6,2	49,6	14,2	37,5
6	3,1	21,9	10,1	21,8	2,3	18,2	9,6	25,4

a: absolute Werte; r: relative Werte
 Die mittlere quadratische Abweichung:
 äußerer Schicht: 5 %, innerer Schicht: 7 %

Die äußeren und inneren retikulären Schichten verlaufen, bezogen auf die zugehörigen Kernschichten so, daß sie ein anderes Phänomen ergeben, was sich aus den Werten der Tabelle 30 zeigt.

Tabelle 31: Verlauf der Dicke der Stäbchenschicht

Art Stellen	Gartenschläfer		Siebenschläfer	
	absolut (μ)	relativ (%)	absolut (μ)	relativ (%)
1	41,1	--	40,8	--
3	36,8	89,5	38,2	93,6
4	32,3	78,6	32,4	79,4
5	28,8	70,1	29,4	72,1
5,5	19,1	46,5	23,5	59,8
6	15,1	36,8	16,2	39,7
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 6,6 %				
Siebenschläfer: 6,4 %				

Die absoluten Werte zeigen zwischen Garten- und Siebenschläfer nur geringe Unterschiede. Bei den relativen Werten ergibt sich der langsamere Abfall beim Siebenschläfer mit den größeren Augen.

Ebenso fand Döll (1952) bei Mäusen, daß der relative Abfall der Stäbchenschicht bei Wühlmäusen mit größeren Augen langsamer als bei echten Mäusen ist. Vergleicht man aber diese Abnahme zwischen Schläfer (Garten- und Siebenschläfer) und Mäuse, so ist sie bei den letzteren mit kleineren Augen langsamer. Die Ganglienzellschicht verläuft in der Retina überall mit gleicher Dicke.

4. Kernzählungen

a) Kernzählungen im Bereich der Augenachse

Zur Ermittlung der Anzahl der Retinazellen soll der Bereich im dicksten Gebiet, nämlich in der Nähe der Austrittsstelle des Opticus betrachtet werden, bevor die einzelnen Kernschichten entlang der Retina untersucht werden. Die hier gemessenen Werte gelten für ein Drittel der Gesamtretina (Meßabschnitte 0,1 und 2). Ich teile die Gesamtlänge des Retinabogens in 30 Teile ein, ähnlich wie

Döll (1952) bei Mäusen verwandt hat: $1/30$ der Länge der Gesamtretina (Retinaeinheit) bildet die Grundlage für die vorliegenden Untersuchungen zur Bestimmung der Anzahl der Retinazellen.

Tabelle 32: Länge der Retinakalotte und der Retinaeinheit

Art	L_A (mm)	L_I (mm)	L_G (mm)	R_A (μ)	R_I (μ)	R_G (μ)
Gartenschläfer	8,9	8,7	8,3	297	290	277
Siebenschläfer	10,4	10,2	9,8	347	340	327

L_A : Länge der Kalotte der äußeren Kerne (Sehzellen)
 L_I : Länge der Kalotte der inneren Kerne (Bipolaren)
 L_G : Länge der Kalotte der Schicht der Ganglienzellenkerne
 R_A : Retinaeinheit der Kalotte der äußeren Kerne ($1/30$)
 R_I : Retinaeinheit der Kalotte der inneren Kerne ($1/30$)
 R_G : Retinaeinheit der Schicht der Ganglienzellkerne ($1/30$)
 Mittlere quadratische Abweichung:
 Gartenschläfer: 7,2 % Siebenschläfer: 7,8 %

Tabelle 33: Absolute Kernzahlen der Retinaeinheit
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Art	A_S (R)	A_B (R)	A_H (R)	A_A (R)	A_R (R)	A_G (R)
Gartenschläfer	712	213	4,9	8,7	2,7	23
Siebenschläfer	646	139	6,1	16,2	2,3	22

A_S : Anzahl der Sehzellenkerne
 A_B : Anzahl der bipolaren Kerne
 A_H : Anzahl der Horizontalkerne
 A_A : Anzahl der Amakrinenkerne
 A_R : Anzahl der Radialfaserkerne
 A_G : Anzahl der Ganglienzellenkerne
 R : Retinaeinheit
 Mittlere quadratische Abweichung:
 Gartenschläfer: 10 % Siebenschläfer: 9 %

Die Anzahl der Sehzellkerne (in der Maßeinheit) ist beim Gartenschläfer mit kleineren Augen größer als beim Siebenschläfer. Diese Tatsachen ergeben, daß die Anzahl der Sehzellenkerne im Verhältnis zu der dazugehörigen Schichtdicke größer ist als üblich, und somit im Verhältnis zur Augengröße nicht wie erwartet abfällt. Dagegen erwähnt Döll (1952): "Die Anzahl ist umso größer, je größer das Auge ist" (bei Mäusen).

Zahl der Kerne der Bipolaren
=====

Der Gartenschläfer weist hier größere Werte als der Siebenschläfer auf, obwohl dieser eine größere Augenachse hat. Es zeigt sich, daß die Anzahl der Kerne der Bipolaren im Verhältnis zur Retinadicke sich ähnlich verhält, wie es bei den Sehzellen der Fall ist.

Zahl der Kerne der Horizontalzellen
=====

Wie Döll, so fand auch ich bestätigt, daß die Zahl der Horizontalzellen von den kleineren zu den größeren Augen hin zunimmt; so hat der Siebenschläfer (große Augen) eine größere Anzahl an Horizontalzellenkernen als der Gartenschläfer.

Zahl der Kerne der Amakrinenzellen
=====

Die Werte beim Siebenschläfer sind hier größer als die beim Gartenschläfer, ähnlich wie es sich mit den Horizontalzellen verhält.

Zahl der Stützzellen

=====

Die Anzahl der Stützzellen ist beim Gartenschläfer geringer als beim Siebenschläfer. Andererseits sind aber die Zahlenwerte dieser Stützzellen (beim Garten- und Siebenschläfer) verglichen mit denen, die Döll fand (13 - 20) bei Mäusen mit relativ kleinen Augen geringer.

Zahl der Kerne der Ganglienzellen

=====

Die Werte für die Ganglienzellenkerne zeigen das gleiche Bild, wie wir es bei den Bipolaren und Sehzellkernen schon bekamen. Diese (die Ganglienzellkerne) sind beim Gartenschläfer zahlreicher als beim Siebenschläfer.

b) Kernzählungen im Verlauf der Retina

Ich erwähnte bereits schon, daß die Kernschichten der Retina nach vorn zu sich allmählich verdünnen. Diese werden wieder in gleiche Bruchteile der jeweiligen Retinalänge eingeteilt, um bei den Untersuchungen für die Anzahl der Kerne entlang der Kernschicht den unterschiedlichen Augen des Garten- und Siebenschläfers zu haben. Die Meßteile werden in $\frac{6}{6}$ des Retinabogens eingeteilt, etwa so, wie bei den Untersuchungen der Schichtdicken entlang der Retina. Wegen der Konstanz der Kernzahlen an den Stellen 0; 1, 2 und 3 erfolgt in den Tabellen nur die Angabe der Stelle 1, so daß im ganzen gesehen die Kernzahlen in den Tabellen für die Abschnitte 1; 4; 5 und 6 aufgeführt sind (siehe auch Döll 1952).

Tabelle 34: Verlauf der Kernanzahl der Sehzellen
(Vermessen 6-8 Schnitte pro Auge)

Stellen (Art)	absolut				relativ		
	1 (R)	4 (R)	5 (R)	6 (R)	4 (%)	5 (%)	6 (%)
Gartenschläfer	712	654	609	181	91,8	85,5	25,4
Siebenschläfer	646	569	502	180	88,0	77,7	35,9

Mittlere quadratische Abweichung:
 Gartenschläfer: 7 %
 Siebenschläfer: 6 %
 R: Retinaeinheit

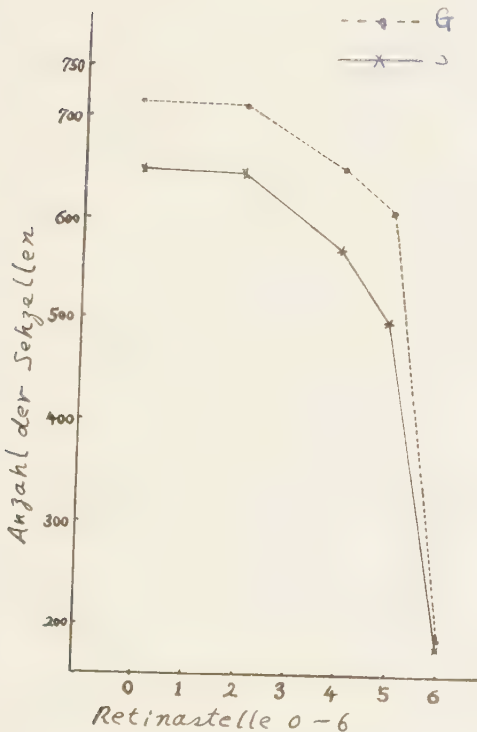


Fig. 5

Aus den Prozentzahlen erkennen wir deutlich den Grad der Abnahme, der beim Gartenschläfer mit der Schichtdicke langsamer als beim Siebenschläfer ist. Bei den absoluten Anzahlen der Kerne der bipolaren Zellen fand ich die gleiche Gesetzmäßigkeit wie bei den der Sehzellen, so daß dies den Angaben von Döll (1952) bei Mäusen entspricht. Sie schreibt: "Vergleicht man die kleineren mit den größeren Augen, so sieht man, daß die Kernanzahlen der ersteren langsamer abnehmen." Aus den Tabellen 35, 36, 37, 38 und 39 erkennt man, daß der Grad der Abnahme ohne Ausnahme beim Gartenschläfer immer langsamer als beim Siebenschläfer ist.

c) Kernzählungen der gesamten Retina

Bei den Kernzählungen und den Berechnungen für die gesamte Retina wählte ich die Sagittal- und Flachschnitte aus den Schnittserien aus. Um die Berechnung der Anzahl der Sehzellenkerne für die gesamte Retina durchführen zu können, mußte zunächst einmal die Größe der gesamten Retinaoberfläche ermittelt werden. Die Oberfläche der jeweiligen Retinakalotte ist nach der Formel $K = 2 \pi r h$ leicht zu ermitteln (vgl. Möller 1951, Heim 1955) (siehe Figur 7 und 8).

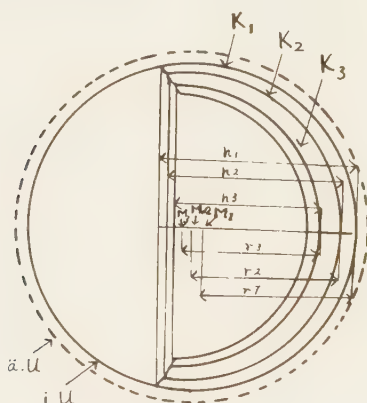


Fig. 7. Schema zur Berechnung der Retinaflächen (idealer Sagittalschnitt). (Aus Möller)

Erläuterungen zur Abb.:

K_1 = Sehzellenkalotte (Membrana limitans externa)

K_2 = Innere Körnerschichtkalotte (Mitte der inneren Körnerschicht)

K_3 = Ganglienzellschichtkalotte (Mitte der Ganglienzellschicht)

r_1, r_2, r_3 = Den einzelnen Kalotten entsprechende Radien

h_1, h_2, h_3 = Den einzelnen Kalotten entsprechende Kalotten-tiefen (= im Mittelpunkt der Verbindungslinie zwischen den Retinarändern errichtete Senkrechte).

M_1, M_2, M_3 = Den einzelnen Kalotten entsprechende Mittelpunkte

ä. U. = äußerer Augenumfang (gestrichelt)

i. U. = Innerer Augenumfang (= Innenrand von Cornea und Sclera)

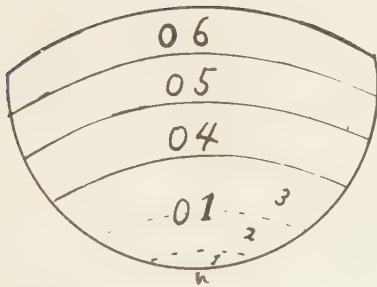


Fig. 8. Einteilung der Retina von außen gesehen

h = hint. Pol des Auges

Für die Berechnung der Anzahl der Retinaelemente habe ich nun folgende Methode verwendet: Die gesamte Retinaoberfläche wurde zunächst einmal, auf Grund der verschiedenen Dickendimensionen in vier Teile eingeteilt. Zur Berechnung der Kernzahlen in der ganzen Retina wurde folgender Vorgang zugrundegelegt: Zuerst berechnete ich die Anzahl der Kerne auf einem mm^2 Flachschnittfläche. Für einen jeden Teil dieser

vier Abschnitte wurde nun die Anzahl der Kerne, bezogen auf ein mm^2 Fläche, berechnet. Da ich damit die Kernzahl für das Retinavolumen auf einem mm^2 Schichtdicke in jedem Segment ermittelt hatte, war es leicht, dieselbe für das ganze Abschnittsvolumen zu ermitteln, da die Abschnittsoberfläche mit Hilfe der bereits angegebenen Formel ohne Schwierigkeit berechnet werden kann. Die Kernanzahlen der gesamten Retina bekam ich dadurch, daß ich die Anzahlen der einzelnen Abschnitte addierte, was die Kernanzahl der Gesamtretina, bezogen auf die ganze Retinaoberfläche, bedeutet. Der Lösungsweg im einzelnen war folgender:

- a) Berechnung der durchschnittlichen Anzahl der Sehzellen auf einem x Dicke Sagittalschnittfläche (= n).
- b) Das obige Ergebnis $\times n \times \sqrt{N} \times \text{mm}^2$ Retinaoberfläche.
N : Anzahl der Sehzellen auf dem Flachschnitt.

Tabelle 40: Die Oberflächen der Sehzellenschicht
(Membrana limitans externa)

Art	O_{ges}	O_I	O_4	O_5	O_6
Gartenschläfer	48,43	17,71	9,52	10,02	11,18
Siebenschläfer	72,09	26,03	13,70	14,80	17,56
O_{ges} : Gesamtoberfläche der Retina					
O_I : Oberflächenabschnitt (setzt sich zusammen aus Segment 1, 2 und 3)					
O_4 : Oberflächenabschnitt 4					
O_5 : Oberflächenabschnitt 5					
O_6 : Oberflächenabschnitt 6					
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 8 %					

Tabelle 41: Die Oberflächen der inneren Kernschicht

Art	O_{ges}	O_I	O_4	O_5	O_6
Gartenschläfer	46,23	16,89	9,09	9,57	10,68
Siebenschläfer	69,80	25,22	13,25	14,34	16,99
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 8 %					

Tabelle 42: Die Oberfläche der Schicht der Ganglienzellkerne (Mitte der Ganglienzellenschicht)

Art	O_{ges}	O_1	O_4	O_5	O_6
Gartenschläfer	44,49	16,32	8,73	9,20	10,24
Siebenschläfer	67,05	24,21	12,75	13,79	16,30
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 8 %					

Die Retinaoberfläche ist beim Siebenschläfer mit relativ großen Augen größer als beim Gartenschläfer. Diese wird vom Abschnitt 6 an über die Abschnitte 5, 4, 3, 2 und 1 immer geringer. Die in der Tabelle angegebenen Werte unter 1 sind Gesamtwerte aus 1, 2 und 3.

Tabelle 43: Anzahl der Kerne der Sehzellen (Anzahl auf ein mm^2 x Dicke der Sehzellenschicht)

Art	O_1	O_4	O_5	O_6
Gartenschläfer	573600	528000	492000	146400
Siebenschläfer	409200	360600	318340	114180
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 7 %				
Siebenschläfer: 7 %				

Tabelle 44: Anzahl der Kerne der Sehzellen auf der eingeteilten Retinaoberfläche

Art	O_1	O_4	O_5	O_6	O_{ges}
Gartenschläfer	10158456	5026560	4929840	1636752	21751608
Siebenschläfer	10651476	4940220	4711632	2005000	22308328
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 9 %					

Tabelle 45: Anzahl der Kerne der Innenzellen (Anzahl auf ein mm^2 x Dicke der Innenzellenschicht)

Art	O_1	O_4	O_5	O_6
Gartenschläfer	136634	122148	110838	54636
Siebenschläfer	81760	67200	55680	38880
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 7 %				
Siebenschläfer: 7 %				

Tabelle 46: Anzahl der Kerne der Innenkörnerschicht
der eingeteilten Retinaoberflächen

Art	O ₁	O ₄	O ₅	O ₆	O _{ges}
Gartenschläfer	2307748	1110325	1060719	583512	5062304
Siebenschläfer	2061987	880400	798451	660571	4401409
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 7 %					

Tabelle 47: Anzahl der Kerne der Ganglienzellen (Anzahl
auf ein mm² x Dicke der Ganglienzellenschicht)

Art	O ₁	O ₄	O ₅	O ₆
Gartenschläfer	6855	4747	3750	1874
Siebenschläfer	4225	3025	2401	1109
Mittlere quadratische Abweichung:				
Gartenschläfer: 7 %				
Siebenschläfer: 7 %				

Tabelle 48: Anzahl der Kerne der Ganglienzellen auf der
eingeteilten Retinaoberfläche

Art	O ₁	O ₄	O ₅	O ₆	O _{ges}
Gartenschläfer	111873	41441	34500	19189	207003
Siebenschläfer	102287	38558	33110	18076	192031
Mittlere quadratische Abweichung:					
Gartenschläfer: 7 %					
Siebenschläfer: 7 %					

Die Anzahl der Retinazellen (Sehzellen, inneren und Ganglienzellen) bezogen auf ein mm x Dicke der Retina der jeweiligen Retinakalotte ist beim Gartenschläfer mit relativ kleinen Augen größer als beim Siebenschläfer. Betrachtet man die Anzahl auf der gesamten Retina, so hat der Gartenschläfer weniger Sehzellen als der Siebenschläfer, dagegen weist aber der erstere mehr innere und Ganglienzellen auf. Im allgemeinen können wir sagen, daß die Gesamtzahl der Retinazellen beim Gartenschläfer mit kleinen Augen, zur gesamten Retinaoberfläche gesehen, relativ größer ist als beim Siebenschläfer.

d) Verhältnisse der Kernzahlen

Die unterschiedliche Abnahme und Zunahme an verschiedenen Zellen in der Retina prägt sich natürlich nicht nur in der Lebensweise dieser Tiere aus, sondern auch in den Verwandtschaftsverhältnissen. So ist uns im allgemeinen schon bekannt, daß bei einer größeren prozentualen Zapfenzahl das Tagessehen, bei einer größeren Anzahl an Stäbchen das Dämmerungssehen gefördert wird. Was nun aber bei den vorgehenden Untersuchungen die verschiedenen Verhältnisse zwischen den Kernzahlen der Sehzellen, Bipolarzellen und Ganglienzellen zu bedeuten haben, ist noch unbekannt. Um hier zu einer resultierenden Schlußfolgerung zu kommen, habe ich das Verhältnis der Kernzahlen von Sehzellen, Bipolarzellen und Ganglienzellen beim Garten- und Siebenschläfer in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 49: Verhältnisse der Kernzahlen (pro Retinaeinheit
in der Nähe der Eintrittsstelle des Opticus)

Art	A_S/A_B	A_S/A_G	A_B/A_G	A_B/A_H	A_B/A_A	A_B/A_S
Gartenschläfer	3,3	30,9	9,3	43,5	24,5	78,9
Siebenschläfer	4,6	29,4	6,4	22,8	8,6	11,3

A_S/A_B : Sehzellenkerne im Verhältnis zu den Bipolarkernen
 A_S/A_G : Sehzellenkerne im Verhältnis zu den Ganglienzellkernen
 A_B/A_G : Bipolarkerne im Verhältnis zu den Ganglienzellkernen
 A_B/A_H : Bipolarkerne im Verhältnis zu den Horizontalkernen
 A_B/A_A : Bipolarkerne im Verhältnis zu den Amakrinenkernen
 A_B/A_S : Bipolarkerne im Verhältnis zu den Radiärfaserkernen

Die Kerne der Sehzellen im Verhältnis zu denen der Bipolaren
=====

Aus den Verhältniszahlen geht hervor, daß bei den kleineren Augen (bei Mäusen) auf eine Bipolare weniger Sehzellen kommen als bei den größeren (Döll 1952). Beim Garten- und Siebenschläfer verhält es sich ähnlich wie bei Mäusen.

Die Kerne der Sehzellen im Verhältnis zu den Kernen der
=====

Ganglienzellen
=====

Hier erkennt man, daß das Verhältnis der Kerne der Sehzellen zu einem Ganglienzellkern beim Gartenschläfer mit relativ kleineren Augen zugunsten der Sehzellen größer ist als beim Siebenschläfer. Ein umgekehrtes Bild ergibt sich bei Mäusen (vgl. Döll).

Die Kerne der Bipolarzellen im Verhältnis zu denen der Horizontalzellen. Amakrinzellen, Stützzellen.

Beim Gartenschläfer mit relativ kleinen Augen ist das Verhältnis der Bipolarkerne zu denen der Horizontal-, Amakrin- und Stützzellenkerne ohne Ausnahme relativ größer als beim Siebenschläfer.

Besprechung und Ergebnisse

=====

In der vorliegenden Arbeit war besondere Aufgabe, die Struktur der Augen von *Glis glis* und *Eliomys quercinus* (Sieben- und Gartenschläfer) speziell in bezug auf die Anpassung dieser Tiere an die vorwiegend nächtliche Lebensweise zu untersuchen.

Gleichzeitig wurden Erkenntnisse über die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Garten- und Siebenschläfer gewonnen. Freilich war schon allgemein bekannt, daß Garten- und Siebenschläfer, die hier zur Untersuchung kamen. Dämmerungs- oder Nachttiere sind. Um nun die Lebensweise der Dämmerungstiere im Augenbau bestätigt zu finden, werden die bereits vorliegenden allgemeinen Beobachtungen und aufgestellten Regeln verschiedener Untersucher herangezogen und für Garten- und Siebenschläfer speziell untersucht. So fand Kahmann, daß Dämmerungstiere fast immer eine relativ große Linse mit kugeligter Gestalt besitzen (1930). J. Carriere (1885) erwähnt, daß bei Nachtraubtieren der Retinarand hinter dem Äquator des Auges und bei den Tagtieren vor diesem liegt (Angabe nach Möller 1950 und Döll 1952). Eine allgemeine Tatsache ist auch die, daß bei einer größeren prozentualen Zapfenzahl das Tagessehen und bei größerem Stäbchenanteil das Dämmerungssehen gefördert wird. Der Anteil der Linse am Gesamtauge macht nun beim Gartenschläfer 45,5 % aus, und beim Siebenschläfer 42,2 %, so daß die Linse bei diesen Augen eine beträchtliche Größe besitzt.

Nach Döll beträgt bei Mäusen (ebenfalls Dämmerungstieren) der Linsenanteil ca. 40 % vom Gesamtauge.

Der prozentuale Anteil der Retina am Augenumfang beträgt beim Gartenschläfer ca. 50,8 %, beim Siebenschläfer ca. 48,1 %, wobei der Retinarand hinter dem Äquator des

Auges liegt. Bei Mäusen macht die Retina nach Angaben von Döll (1952) 50 - 56 % des Gesamtumfanges aus. In der Retina des Garten- und Siebenschläfers finden sich keine Zapfenzellen, sondern nur Stäbchenzellen vor, obwohl bei Mäusen jene in geringer Menge vorhanden sind (Menner 1927, Schwarz 1936, Döll 1952).

Schon allein aus dieser Tatsache ist zu erkennen, daß Garten- und Siebenschläfer mehr Nachttiere als Mäuse sind.

Eine andere wichtige Erscheinung beim Garten- und Siebenschläfer ist die, daß man in der äußeren Körnerschicht ein ziemlich dichtes Kapillarnetz findet. Schon Kolmer (1927) hat erstmals dieselbe Erscheinung beim Sieben- und Baumschläfer festgestellt, die bisher bei Wirbeltieren (außer beim Aal) nie in Erscheinung trat. Über das Kapillarnetz in der äußeren Körnerschicht der Retina erwähnt Kolmer (1927) folgendes: "Es könnte vermutet werden, daß die Entwicklung dieser Kapillaren bei *Myoxus* (Siebenschläfer) mit der Ausbildung des Winterschlafs bei einem relativ so kleinen Tier zusammenhängt, in dem vielleicht, bei den vom Tierkörper angenommenen äußerst niedrigen Temperaturen von wenig Grad über Null, die Ernährung auf dem Lymphwege weniger günstig für die Sehelemente wäre als direkt von den Capillaren aus. Doch diese Vermutung wäre nur berechtigt, wenn wir bei winterschlafenden Fledermäusen und anderen kleinen Winterschläfern wie *Mus avellanarius* die entsprechenden Verhältnisse nachweisen könnten. In den Augen der Haselmaus, *Mus avellanarius*, deren Lebensweise, abgesehen davon, daß sie mehr Tagtier ist, der von *Myoxus* ähnelt, fand sich aber nichts von einem derartigen Capillarnetz." Zum anderen fand ich beim Garten- und Siebenschläfer eine besondere dünne Chorioidea vor, worin relativ weniger Blutgefäße als bei anderen Nagetieren vorkamen.

Die Kapillaris der Netzhaut ist dagegen verhältnismäßig gut entwickelt. So vermute ich, daß die Gefäße der Chorioidea zu unzulänglich sind, um ein solch gut entwickeltes Organ zu ernähren, besonders dann, wenn man bedenkt, daß während des Winterschlafs die Blutzirkulation absinkt. So ist es erklärlich, daß Capillaren bis in die äußeren Kernschichten eindringen, um so eine Ernährung der Sehelemente einigermaßen zu gewährleisten.

Aus den bereits angeführten Tatsachen ist leicht zu ersehen, daß die Gattungen Garten-, Sieben- und Baumschläfer große Übereinstimmungen im Augenbau aufweisen, so daß sie sich vermutlich einander verwandtschaftlich ziemlich nahestehen, wogegen die Haselmaus etwas mehr entfernt sein dürfte.

Zusammenfassung
=====

1. Das rechte Auge ist etwas größer als das linke, die Augenachse beider Arten beträgt ca. $1/20$ der Körperlänge.
2. Die Sklera ist hinten am dicksten, während sie nach vorn zu sich allmählich verdünnt, um sich dann wieder zu verdicken, so daß sie an der Außengegend des Ziliarkörpers einen Wulst bildet.
3. Im Ciliarkörper ist ein Sims relativ gut entwickelt.
4. Die Linse der Gartenschläfer mit kleineren Augen ist etwas kugelförmiger als die des Siebenschläfers, und der Anteil der Linse am Gesamtauge ist bei beiden relativ groß.
5. Die absolute Dicke der Retina ist beim Gartenschläfer etwas größer als beim Siebenschläfer. Die Abnahme der Schichtdicken der Retina geschieht beim ersteren langsamer als beim letzteren.
6. Die Sehzellenschicht hat nur lange Stäbchen.
7. Die Gesamtzahl der Sehzellen ist beim Gartenschläfer mit kleinerem Auge absolut geringer, relativ zur Retinaoberfläche aber größer als beim Siebenschläfer.
8. Die Schichtdicken und Kernanzahlen in der Retina sind innerhalb des mittleren Retinadrittels konstant, um von da nach vorn zu allmählich abzufallen.
9. Die Vaskularisation der Opticuseintrittsstelle und ein Rest der Arteria hyaloidea findet sich beim Garten- und Siebenschläfer.
10. In der Chorioidea befindet sich die Choriocapillaris, die beim Gartenschläfer 3 - 5 μ dick und beim Siebenschläfer 1 - 2 μ dick ist.

Literatur

=====

- Autrum, H. (1945/50) Physiologie des Lichtsinnes. Fortschr.d.Zool.
- Baurmann, (1923) Untersuchungen über die Struktur des Glaskörpers. Grafes Arch.
- (1924) Untersuchungen über die Eigenschaften des Glaskörpers des Wirbeltierauges. Münch.und Wschr. 1924, 218.
- Döll, M. (1952) Über den Augenbau einheimischer Mäuse. Diss.Naturwiss. Fak. Univ.München.
- Franz, V. (1934) Vergleichende Anatomie des Wirbeltierauges, Handb.d. vergl.Anat.d.Wirbeltiere, Bd.2.
- (1943) Die Spirale in den Stäbchen der Wirbeltiernetzhaut und der vermeintliche Plättchenzerfall nach verschiedenen Untersuchungsmethoden. Biol.Zbl.54, 76-84.
- Heim, F. (1955) Das Auge des Krallenfrosches (*Xenopus laevis* Daud). Diss.Naturwiss.Fak.Univ.München.
- Hesse, R. (1904) Über den feineren Bau der Stäbchen und Zapfen einiger Wirbeltiere. Zool.Jhb.Suppl.6, 471-511.
- Kahmann, H. (1930) Untersuchungen über die Linse, die Zonula ciliaris, Refraktion und Akkomodation von Säugetieren. Zoolog.Jhb. Allgem. Zool. 48, 509 - 588.
- (1931) Beobachtungen an heimischen Nagetieren. Z. Säugetierk. 6, 143 - 151.
- (1931) Notizen zur Sinnesbiologie der Säugetiere. Zoolog.Garten, 4.

- Kolmer, W. (1924) Über die Augen der Fledermäuse. Z.für die gesamte Anat. Abt. 73.
- (1927) Das Fehlen einer Chorio-capillaris im Auge des Siebenschläfers *Myoxus myoxus* und die Capillarversorgung von dessen Netzhaut. Z.für Anat. und Entwickl. 84.
- (1929) Über das Auge der Myoxiden und die Bedeutung des Auges als artspezifisches Merkmal. Anat.Anzeiger 67.
- (1930) Über das Vorkommen von Gefäßen in den äußeren Netzhautschichten einiger Säugetiere. Archiv für Ophthalmologie, 124.
- (1936) Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd.3, Teil 2, Auge.
- Maximow and Bloom, (1954) Textbook of histology, The Eye. U.S.A.
- Menner, E. (1930) Zapfen in der Retina der Maus. Z. Zellenforsch. 11, 53-62.
- (1930) Über die Stützelemente in der Retina. Z. Zellenforsch. 11, 414 - 428.
- (1951) Über den Feinbau der Außenglieder der Sehzellen bei Wirbeltieren. Verhandl. der Deutschen Zoologen. 124 - 138.
- Möller, A. (1951) Die Struktur des Auges bei Urodelen verschiedener Körpergröße. Zool. Jhb.(Phys.) 62, 102 - 138.
- Murr, E. (1930) Zur besseren Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen in der Retina der Wirbeltiere. Z. Zellenforsch. 10, 386-393.

- Rensch, B. (1948) Organproportionen und Körpergröße bei Vögeln und Säugetieren. Zool. Jhb.(Phys.) 61, 337 - 412.
- (1948) Histalogical changes of body size. Evolution 2, 218-230.
- Rabl, C. (1898) Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Z.wiss.Zool. 63, 496-576.
- Schwarz, S. (1936) Über das Mausauge, seine Akkommodation und über das Spitzmausauge. Jenaische Z. Naturw. 70, 113 - 158.
- Steindorff, K. (1947) Deskriptive Anatomie des Auges der Wirbeltiere und des Menschen. In Tabulae biologicae 22 Oculus 1. Amsterdam.
- Wald, G. (1936) Pigment of the retina. J.gen.Physiol. 19, 781 - 795.
- Walls, G.L. (1942) The vertebrate eye, Bloomfield Hills, Michigan.
- Wislocki, G.B. and Sidman, C.R. (1954) The chemical morphology of the retina. Press of the wistar institute of Anat. and biology Philadelphia, Pa., U.S.A.

Herrn Prof. von Frisch danke ich für die Überlassung
eines Arbeitsplatzes im Zoologischen Institut der
Universität. ,

Herrn Prof. Kahmann und Frau danke ich für die Unter-
stützung bei der Abfassung der Arbeit, und Herrn
Dr. Teichmann für die Durchsicht des deutschsprachigen
Manuskriptes.

L e b e n s l a u f

Am 25. Januar 1927 bin ich, Kyong-Ki Paik, als Sohn des Kaufmannes Nam-Do Paik und seiner Ehefrau Bun-I Paik, geborene Umlauf, in Taegu, Korea, geboren.

Von 1935 bis 1941 besuchte ich die Volksschule in meinem Geburtsort. Nach der Abschlußprüfung 1941 trat ich in das Obergymnasium (von 1941 bis 1948) über und erhielt im März 1948 das Reifezeugnis.

Von 1948 bis 1952 studierte ich in der Biologischen Abteilung des höheren Lehrerseminars der staatlichen Universität Kyung-Pook zu Taegu, Korea (Diplom der Biologie). Nach der Diplomprüfung wurde ich zum naturwissenschaftlichen Assistenten an der Biologischen Abteilung in der literarischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Kyung-Pook zu Taegu, Korea, ernannt (April 1952 bis März 1955). Am 30. März 1955 wurde ich durch die Habilitationsschrift zum staatlichen Dozent (Korea) avanciert.

Im Wintersemester 1956 nahm ich das Studium im Zoologischen Institut der Universität München auf. Der Abschluß der Promotionsarbeit erfolgte im Juni 1958.

